Aus dem Fachbereich
Natur- und sozialwissenschaftliche Grundlagenmedizin
und medizinische Ökologie
der Freien Universität Berlin
WE Präventivmedizin
Institut für Medizinische Mikrobiologie
Ärztlicher Leiter: Prof. Dr. med. Helmut Hahn
Arbeitsgruppe Epidemiologie und Lysotypie
Prof. Dr. med. Volker Lenk

und

aus dem Fachbereich Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
der Freien Universität Berlin
WE 04 (Jugendzahnheilkunde)
Abteilung für Kieferorthopädie und Kinderzahnheilkunde
Polikliniken Nord
Leiter: Prof. Dr. med. dent. Rainer-Reginald Miethke

UNTERSUCHUNGEN DER ANTIMIKROBIELLEN WIRKSAMKEIT VON REINIGUNGSPRÄPARATEN FÜR ABNEHMBARE KIEFERORTHOPÄDISCHE PLATTENAPPARATUREN

Dissertation
zur
Erlangung der zahnmedizinischen Doktorwürde
am Fachbereich Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
der Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Zahnärztin Angela Magwitz
aus Wolfsburg
1985

Aus dem Fachbereich
Natur- und sozialwissenschaftliche Grundlagenmedizin
und medizinische Ökologie
der Freien Universität Berlin
WE Präventivmedizin
Institut für Medizinische Mikrobiologie
Ärztlicher Leiter: Prof. Dr. med. Helmut Hahn
Arbeitsgruppe Epidemiologie und Lysotypie
Prof. Dr. med. Volker Lenk

und

aus dem Fachbereich Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
der Freien Universität Berlin
WE 04 (Jugendzahnheilkunde)
Abteilung für Kieferorthopädie und Kinderzahnheilkunde
Polikliniken Nord
Leiter: Prof. Dr. med. dent. Rainer-Reginald Miethke

Untersuchungen der antimikrobiellen Wirksamkeit von Reinigungspräparaten für abnehmbare kieferorthopädische Plattenapparaturen

Dissertation
zur
Erlangung der zahnmedizinischen Doktorwürde
am Fachbereich Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
der Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Zahnärztin Angela Magwitz
aus Wolfsburg
1985

Referent: Professor Dr. med. Volker Lenk
Korreferent: Professor Dr. med. dent. Rainer-Reginald Miethke

Gedruckt mit Genehmigung des Fachbereiches Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde der Freien Universität Berlin

Promoviert am: 6. 12. 1985

INHALTSVERZEICHNIS

		Seite
1.	EINLEITUNG	7
2.	EIGENE UNTERSUCHUNGEN	14
2.1	Allgemeine Bemerkung	14
2.2	Material und Methoden	14
2.2.1	Testsubstanzen	14
2.2.2	Testkeime	15
2.2.3	Feste und flüssige Nährmedien	16
2.2.4	Prüfung der antimikrobiellen Wirksamkeit im Reihenverdünnungstest	16
2.2.5	Prüfung der antimikrobiellen Wirksamkeit nach der Plattendiffusionsmethode	17
2.2.6	Prüfung der antimikrobiellen Wirksamkeit nach der Plattendiffusionsmethode im Lochtest	18
2.2.7	Weiterer Versuch einer Prüfung der antimikrobiellen Wirksamkeit im Reihenverdünnungstest	19
2.2.8	Versuche zur Bestimmung des praktischen Desinfektionswertes der Testsubstanzen: Prüfung der antimikrobiellen Wirksamkeit auf kontaminierte abnehmbare kieferorthopädische Plattenapparaturen als Keimträger	20
2.3	Ergebnisse der mikrobiologischen Untersuchungen	24
2.3.1	Prüfung der antimikrobiellen Wirksamkeit im Reihenverdünnungstest	24
2.3.2	Prüfung der antimikrobiellen Wirksamkeit nach der Plattendiffusionsmethode	27
2.3.3	Prüfung der antimikrobiellen Wirksamkeit nach der Plattendiffusionsmethode im Lochtest	30
2.3.4	Weiterer Versuch einer Prüfung der antimikrobiellen Wirksamkeit im Reihenverdünnungstest	34
2.3.5	Prüfung der antimikrobiellen Wirksamkeit auf kontaminierte abnehmbare kieferorthopädische Plattenapparaturen als Keimträger (2.2.8)	37
3.	BESPRECHUNG DER ERGEBNISSE UND DISKUSSION	41
3.1	Prüfung der antimikrobiellen Wirksamkeit im Reihenverdünnungstest	41
3.2	Prüfung der antimikrobiellen Wirksamkeit nach der Plattendiffusionsmethode	41

3.3 Prüfung der antimikrobiellen Wirksamkeit nach der Plattendiffusionsmethode im Lochtest 42

3.4 Weiterer Versuch einer Prüfung der antimikrobiellen Wirksamkeit im Reihenverdünnungstest 43

3.5 Prüfung der antimikrobiellen Wirksamkeit auf kontaminierte abnehmbare kieferorthopädische Plattenapparaturen als Keimträger (2.2.8) 44

4. SCHLUSSFOLGERUNGEN 48

5. ZUSAMMENFASSUNG 57

LITERATURVERZEICHNIS 59

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41549615_0062

1. EINLEITUNG

Die hygienische Pflege abnehmbarer kieferorthopädischer (KFO) Plattenapparaturen ist Kieferorthopäden, Zahnärzten und Patienten ein dringendes Anliegen und wirft verschiedene Probleme auf. Auch bei Apparaturen, die sich nur vorübergehend in der Mundhöhle befinden, ist die Anlagerung von Muzinen, Materia alba und mikrobieller Plaque zu beobachten. Diese Ablagerungen bilden, wenn sie nicht entfernt werden, die Matrix für die Entwicklung von Zahnstein; denn erst durch Mineralisierung mikrobieller Plaque wird die Entstehung von Zahnstein an menschlichen Zähnen und an KFO-Geräten oder Prothesenbasen möglich. Bei der Vorbereitung der Matrix zur Mineralisierung spielen Mikroorganismen eine entscheidende Rolle (THEILADE und SCHROEDER (52)).

Ablagerungen von Plaque und Zahnstein sind nach Ansicht von RATEITSCHAK et al. (45) die wichtigste Ursache für die Entstehung von Parodontopathien. Dabei wird die Irritation der Gewebe sowohl durch Metabolite des Bakterienstoffwechsels als auch durch mechanische Reizung infolge der Zahnsteinablagerungen hervorgerufen; die rauhe Oberfläche des Zahnsteins fördert wiederum die weitere Anlagerung von Plaque.

Jugendliche Patienten sind nach Meinung von ROSSIWALL (47) aufgrund von Zahnwechsel und hormonellen Einflüssen besonders anfällig für Gingivitiden und Stomatitiden. Auch STADELMANN (50) stellt die starke Verbreitung der Gingivitiden und Parodontopathien bereits bei Kindern heraus.

Um eine zusätzliche Belastung zu vermeiden, ergibt sich notwendigerweise die Forderung nach effizienter Mundhygiene und gründlicher Sauberhaltung der KFO-Behandlungsgeräte. Hygienisch einwandfreie abnehmbare Platten sind gleichzeitig eine wichtige Kariesprophylaxe. Klammerelemente und Kunststoffteile, die mit mikrobieller Plaque verunreinigt sind und den Zähnen anliegen, erhöhen das Risiko der Entstehung von Karies.

1. EINLEITUNG

Die hygienische Pflege abnehmbarer kieferorthopädischer (KFO) Plattenapparaturen ist Kieferorthopäden, Zahnärzten und Patienten ein dringendes Anliegen und wirft verschiedene Probleme auf. Auch bei Apparaturen, die sich nur vorübergehend in der Mundhöhle befinden, ist die Anlagerung von Muzinen, Materia alba und mikrobieller Plaque zu beobachten. Diese Ablagerungen bilden, wenn sie nicht entfernt werden, die Matrix für die Entwicklung von Zahnstein; denn erst durch Mineralisierung mikrobieller Plaque wird die Entstehung von Zahnstein an menschlichen Zähnen und an KFO-Geräten oder Prothesenbasen möglich. Bei der Vorbereitung der Matrix zur Mineralisierung spielen Mikroorganismen eine entscheidende Rolle (THEILADE und SCHROEDER (52)).

Ablagerungen von Plaque und Zahnstein sind nach Ansicht von RATEITSCHAK et al. (45) die wichtigste Ursache für die Entstehung von Parodontopathien. Dabei wird die Irritation der Gewebe sowohl durch Metabolite des Bakterienstoffwechsels als auch durch mechanische Reizung infolge der Zahnsteinablagerungen hervorgerufen; die rauhe Oberfläche des Zahnsteins fördert wiederum die weitere Anlagerung von Plaque.

Jugendliche Patienten sind nach Meinung von ROSSIWALL (47) aufgrund von Zahnwechsel und hormonellen Einflüssen besonders anfällig für Gingivitiden und Stomatitiden. Auch STADELMANN (50) stellt die starke Verbreitung der Gingivitiden und Parodontopathien bereits bei Kindern heraus.

Um eine zusätzliche Belastung zu vermeiden, ergibt sich notwendigerweise die Forderung nach effizienter Mundhygiene und gründlicher Sauberhaltung der KFO-Behandlungsgeräte. Hygienisch einwandfreie abnehmbare Platten sind gleichzeitig eine wichtige Kariesprophylaxe. Klammerelemente und Kunststoffteile, die mit mikrobieller Plaque verunreinigt sind und den Zähnen anliegen, erhöhen das Risiko der Entstehung von Karies.

HEFTI (28) sieht Karies als spezifisch bakteriell verursachte Erkrankung an, wobei Streptococcus mutans und Lactobazillen eine vorrangige Rolle spielen.

Als weiterer Aspekt ist zu beachten, daß an der KFO-Apparatur neben der durch Speisereste verursachten primären Geruchsbelästigung eine beträchtliche sekundäre durch Plaqueablagerungen entsteht. Dies hat zur Folge, daß das Gerät weniger gern getragen wird.

Auch die Infektionsgefahr ist nicht zu unterschätzen; GRÜN (24) erklärt, daß es eine physiologische apathogene Mundflora nicht gibt, lediglich eine individuelle, wobei das Vorkommen fakultativ pathogener Keime keine Seltenheit ist. Bei einer Untersuchung von schulpflichtigen Kindern fand GRÜN (23) bei 32% der Kinder pathogene Staphylokokken als Bestandteil der Mundflora.
Als Keimreservoir verhalten KFO-Platten sich ähnlich wie Kunststoffprothesen: Beide werden aus Polymethacrylat hergestellt, wobei man bei KFO-Geräten Kaltpolymerisate, bei Prothesen überwiegend Heißpolymerisate benutzt. Laut DAVENPORT (15) gibt es bei diesen beiden Kunststoffen im Hinblick auf Rauhigkeit und Porosität keine Unterschiede.
Man kann davon ausgehen, daß Aussagen über die Keimverschleppungsgefahr durch Kunststoffprothesen auf KFO-Plattenapparaturen übertragbar sind. NYQUIST (41) und SPRANGER (49) stellen die Bedeutung abnehmbaren Zahnersatzes mit Kunststoffbasis als Reservoir und Überträger fakultativ pathogener Keime heraus. GRÜN und ENGELHARD (26) meinen, daß die Bedeutung der Prothese als Reservoir fakultativ pathogener Keime vor allem dann hervortritt, wenn sich die Resistenzlage des Patienten ändert; als typisches Beispiel wird die Stomatitis prothetica angeführt. Entzündliche Schleimhautveränderungen kommen häufig bei älteren Prothesenträgern vor und sind Anlaß zu zahlreichen wissenschaftlichen Untersuchungen, in denen der Funktion der Mikroorganismen, speziell Candida albicans, im Zusammenhang mit der Stomatitis prothetica, nachgegangen wird (BUDTZ-JØRGENSEN (6), BUDTZ-JØRGENSEN und BERTRAM (9), BUDTZ-JØRGENSEN

und LANDT (11), WALKER et al. (54)).
WIEDEMANN (56) geht davon aus, daß die Gaumenschleimhautbedeckung durch Kunststoffprothese und KFO-Platte vergleichbar ist, stellt jedoch fest, daß bei jugendlichen Patienten eine Plattenstomatitis relativ selten - nämlich nur bei 1,5% der Fälle - zu beobachten ist. Eine Beteiligung von Candida albicans am Geschehen der Plattenstomatitis konnte WIEDEMANN nachweisen, doch wird auch die Bedeutung anderer dispositioneller Faktoren für wesentlich gehalten.
Dennoch darf die von mikrobiellen Belägen ausgehende Infektionsgefahr nicht unterschätzt werden. Nach HEINEMANN (29) sind Rückfälle ansteckender Krankheiten, wie z.B. Grippe, dadurch möglich, daß die Keime im Munde, speziell in den Belägen von Prothesen, erhalten bleiben.

Bei abnehmbaren KFO-Plattenapparaturen sollte daher besonders auf die Beseitigung und Desinfektion der mikrobiellen Beläge geachtet werden.
Durch Bürsten ist eine gründliche Reinigung dieser Behandlungsgeräte nicht möglich, vor allem nicht an schwer zugänglichen Stellen. Diese Methode ist außerdem mühevoll und zeitaufwendig, und die empfindlichen, leicht verbiegbaren Drahtelemente erschweren die Reinigung; gebotene Häufigkeit und Intensität notwendiger Reinigungsauflagen sind infrage gestellt.
Ähnliche Probleme bestehen bei der Prothesenhygiene. HEINEMANN (29) und HENNICKE (30) halten die ausschließlich mechanische Reinigung von Zahnersatz für nicht ausreichend, weil die anhaftenden Keime nicht vollständig erfaßt werden.

Unter diesem Gesichtspunkt wäre es wünschenswert, durch chemische Reinigungspräparate, ähnlich denen, wie sie für Prothesen verwendet werden, eine hygienische Beseitigung der Beläge von abnehmbaren KFO-Behandlungsgeräten auf einfache und wirkungsvolle Weise zu erreichen.

Die Pharmaindustrie entwickelte sogenannte Zahnspangenreiniger[1], die eine hygienisch einwandfreie Säuberung bewirken sollen. Der Reinigungseffekt soll bei Beachtung der empfohlenen Anwendungsweisen in relativ kurzer Zeit (10-15 min) erreicht werden. Da nicht nur bei Patienten, sondern auch bei Kieferorthopäden und Zahnärzten Unklarheit über die Effektivität solcher Mittel herrscht, erschien eine Untersuchung dieser Präparate wünschenswert.

Hiernach ergeben sich folgende Forderungen an einen Zahnspangenreiniger:

1. Gute mechanische Reinigungskraft.
   Entfernung sämtlicher Speisereste und Beläge.
2. Mikrobizide Wirkung zur Reduktion der Keimmenge auf der KFO-Plattenapparatur.
3. Keine Geschmacksbeeinträchtigung.
4. Indifferenz gegenüber Mundgeweben und Materialien abnehmbarer kieferorthopädischer Plattenapparaturen (Kunststoffe, Dehnschrauben, Klammerdrähte, Lote).
5. Kurzfristiger Wirkungseintritt innerhalb von 15 min.
6. Keine schädlichen Nebenwirkungen, da Fehlanwendungen bei Kindern nie auszuschließen sind.
7. Preiswürdigkeit.

Die ersten vier Punkte sind in Anlehnung an v. THIELs (53) Forderungen an ein Prothesenreinigungsmittel aufgestellt worden. Bei Punkt 2 - mikrobizide Wirkung - ist zu bemerken, daß eine Nachwirkung der antimikrobiellen Substanzen im Mund unerwünscht ist, weil die natürliche Mundflora gestört würde. Die KFO-Platte muß deshalb nach Abschluß der Reinigung sorgfältig mit Wasser abgespült werden, um Reste des Zahnspangenreinigers zu entfernen.
Besondere Bedeutung kommt Punkt 5 - Wirkungseintritt - zu. Aus

---

1 Diese Kurzform soll beibehalten werden, da sie sich gegenüber der präzisen Bezeichnung "Reinigungspräparate für abnehmbare KFO-Plattenapparaturen" umgangssprachlich durchgesetzt hat.

kieferorthopädischen Gründen muß eine schnelle Wirksamkeit gewährleistet sein (MIETHKE (38)).
Da es sich bei den Zahnspangenreinigern um Mittel handelt, die vornehmlich von Kindern angewendet werden, sollte auch Forderung 6 - Unschädlichkeit - besonders beachtet werden (KOLSTAD und PETIT (33)).

Gegenstand der vorliegenden Arbeit ist die Prüfung der antimikrobiellen Wirksamkeit zweier Zahnspangenreiniger, die in der Bundesrepublik Deutschland angeboten werden.

In der wissenschaftlichen Literatur finden sich bislang nur wenige brauchbare Informationen über chemische Verfahren, die speziell zur Hygiene abnehmbarer KFO-Behandlungsgeräte entwickelt worden sind. KOLSTAD und PETIT (33) beschreiben ein Desinfektionsmittel für KFO-Platten, das als einen der Hauptwirkstoffe Benzoesäure enthält. Dieses Mittel ist den Zahnspangenreinigern nicht ganz vergleichbar, da es nach KOLSTAD und PETIT nur zur Keimabtötung vorgesehen ist. Es erfüllt die von ihnen gestellte Forderung nach Beseitigung einer Vielzahl von Mikroorganismen; Mycobacterium tuberculosis wird nicht genannt. Informationen über die mechanische Reinigungskraft und das Verhalten des Mittels gegenüber KFO-Plattenwerkstoffen, insbesondere Metallteilen, fehlen.

Für die Prothesenreinigung, bei der sich das Problem in ähnlicher Weise stellt, liegt eine Vielzahl von Untersuchungen über die Wirksamkeit verschiedener Präparate vor. Während Verfasser älterer Studien, wie z.B. 1958 ANTHONY und GIBBONS (2), hauptsächlich die Beseitigung von Verfärbungen, Nahrungsmittelresten und Kalkablagerungen bei Prothesen behandeln, fordern Untersucher in den 70er und 80er Jahren (1, 5, 8, 10, 12, 14, 18, 20, 27, 32, 39, 42, 48) auch die Beseitigung mikrobieller Plaque.
Dabei beschränken sich einige Autoren (1, 5, 10, 12, 14, 18, 32) auf die Prüfung der schmutzlösenden Kraft von Prothesenreinigungsmitteln ohne Berücksichtigung der antimikrobiellen Wirksamkeit: CONNOR et al. (14) bestimmten die Plaquereduktion

mit Hilfe von rasterelektronenmikroskopischen Untersuchungen; ALTMANN et al. (1) führten eine fluorometrische Proteinanalyse ein; EBERSBACH und BERGER (18) stellten den mechanischen Reinigungseffekt mit Hilfe von Gewichtsbestimmungen und visueller Begutachtung fest. Untersuchungen, in denen Farbstoffe zur Sichtbarmachung von Prothesenplaque benutzt wurden, sind neben BLUMER und GUGGENHEIM (5), von BUDTZ-JØRGENSEN und KELSTRUP (10), BUDTZ-JØRGENSEN und LANDT (12) und von HUTCHINS und PARKER (32) durchgeführt worden; BUDTZ-JØRGENSEN und KELSTRUP nahmen zusätzlich noch semiquantitative mikrobiologische Untersuchungen vor.

Studien, die neben der mechanischen Reinigungskraft auch die antimikrobielle Wirksamkeit von Prothesenreinigern behandeln, liegen vor von BUDTZ-JØRGENSEN (8) im Jahr 1984, 1976 von EHMER et al. (20), von PILAR (42) und SCHMIDT (48) im Jahr 1971. Deren Untersuchungen zeigen, daß über die Stärke der geforderten antimikrobiellen Aktivität keine einhellige Meinung besteht. SCHMIDT schließt sich der Auffassung v. THIELs (53) an und fordert eine desinfizierende Wirkung auf Bakterienbeläge, schränkt jedoch das Wirksamkeitsspektrum ein: Eine Beseitigung von Keimen, die nicht der natürlichen Mundflora angehören, wie z.B. Mycobacterium tuberculosis, sollte von einem normalen Prothesenreiniger nicht gefordert werden. EHMER et al. verlangen von Prothesenreinigungsmitteln antimikrobielle Wirkung gegen "typische" Keime sowohl der Standort- als auch der Durchgangsflora des Mundes; bestimmte Keime werden nicht genannt. PILAR wünscht eine bakterizide Wirkung, deren Ausmaß von ihm jedoch nicht klar definiert wird.

Ausschließlich mit der mikrobiologischen Testung von Prothesenreinigungsmitteln befassen sich 1976 GRÜN und KONIETZKO (27) sowie 1984 MOORE et al. (39). GRÜN und KONIETZKO fordern von selbsttätigen Reinigern zur täglichen Prothesenhygiene nicht nur Keimreduktion, sondern - zur Vermeidung der Störung des ökologischen Gleichgewichtes in der Mundhöhle - die Ermöglichung einer Desinfektion. Auch MOORE et al. führten ihre Studie zur Klärung darüber durch, ob Prothesenreiniger Mikroorganismen auf Prothesenoberflächen abtöten oder nicht, da ihrer Ansicht nach in der Vergangenheit die Funktion der Pro-

thesenreiniger hauptsächlich unter dem Aspekt der Beseitigung von Ablagerungen und Verfärbungen gesehen wurde. Mit dem heutigen Wissen über die Bedeutung von Mikroorganismen bei Prothesenträgern sollte mehr Nachdruck auf die desinfizierende Wirkung solcher Mittel gelegt werden (39).

Auffällig ist beim Vergleich aller mikrobiologischen Untersuchungen zu diesem Thema, daß über die Gründlichkeit der Durchführung solcher Tests offenbar abweichende Meinungen bestehen. Die angewendeten Methoden stimmen bei den beschriebenen Untersuchungen nicht überein. Bei vielen Untersuchungen (8, 20, 39, 42, 48) wird z.B. die Verwendung von Inaktivierungssubstanzen zur Ausschaltung bakteriostatisch nachwirkender Reste der getesteten Substanzen nicht erwähnt. Bei der Beurteilung von Testergebnissen darf dieser Punkt nicht unberücksichtigt bleiben (16, 22, 23, 57).
ENGELHARD und GRÜN (22) sehen als Ursache für das Informationsdefizit bei der Frage, ob Prothesenreiniger Mikroorganismen abtöten oder nicht, das Fehlen standardisierter Prüfverfahren an und weisen darauf hin, daß die von der Deutschen Gesellschaft für Hygiene und Mikrobiologie (DGHM) ausgearbeiteten Prüfvorschriften für chemische Desinfektionsmittel die Anforderungen, die eine Prothesendesinfektion stellt, nicht in ausreichender Weise erfüllen: Mindesteinwirkzeiten von Flächendesinfektionsmitteln bis zu sechs Stunden sind im täglichen Gebrauch nicht praktikabel; die Werkstoffkomponente bildet ein weiteres Problem. Sie untersuchten daher die Zweckmäßigkeit verschiedener Verfahren zur Prüfung der antimikrobiellen Wirksamkeit chemischer Mittel für die Prothesendesinfektion (22), und sie entwickelten Versuche zur Standardisierung (26, 24, 37).

2. EIGENE UNTERSUCHUNGEN

2.1 Allgemeine Bemerkung

Bei den eigenen Untersuchungen bestand das Hauptproblem darin, geeignete Methoden zur Prüfung der antimikrobiellen Wirksamkeit von Zahnspangenreinigern zu finden. Nach Vorversuchen konnte ein Teil der im Institut für Hygiene und Medizinische Mikrobiologie der Freien Universität Berlin vorgenommenen Untersuchungen in Anlehnung an die von MAYR et al. (37) beschriebenen Experimente durchgeführt werden.

2.2 Material und Methoden

2.2.1 Testsubstanzen

Spezialreiniger für Zahnspangen in Tablettenform:
Präparat A
Präparat B

Die Zusammensetzung der Wirkstoffe ist weder auf der Verpakkung angegeben noch im Beipack mitgeteilt.

Alle Versuchsreihen wurden mit beiden Präparaten durchgeführt. Die Testsubstanzlösungen wurden mit sterilem Wasser standardisierter Härte (WSH) hergestellt. Gewählt wurde eine Temperatur von 23°C, da für beide Präparate exakte Angaben fehlen. Der Aufdruck der Packungen gibt an, daß lauwarmes bzw. warmes Wasser zu benutzen sei. Ob Kinder die Anweisung befolgen oder vielleicht kaltes Wasser (~14°C) verwenden, bleibt offen. Auch die für die Reinigung angegebenen Wassermengen - eine Tablette in ein Glas warmes Wasser oder eine Tablette in ein halbvolles Glas mit lauwarmem Wasser zu geben - sind wenig hilfreich bei dem Versuch der Prüfung auf antimikrobielle Wirkung im Laboratorium. Daher wurden folgende Mengen gewählt und beibehalten:

Ein Glas Wasser = 200 ml H_2O.
Ein halbes Glas Wasser = 100 ml H_2O.
Diese Mengen sind als Füllwerte in gebräuchlichen Zahnspülgläsern enthalten.

2.2.2 Testkeime

In den unter 2.2.4-2.2.8 beschriebenen Versuchsreihen in Anlehnung an die Richtlinien der DGHM (16) wurden Keime der folgenden Gruppe (Tabelle 1) nach Bedarf ausgewählt und zum Nachweis der antimikrobiellen Wirkung der Zahnspangenreiniger herangezogen.

Tabelle 1

Keimart	Kürzel	ATCC[1] Nr.
Staphylococcus aureus	= SA	6538
Streptococcus faecalis	= SF	6057
Escherichia coli	= EC	11259
Klebsiella pneumoniae	= KP	4559
Proteus mirabilis	= PM	14153
Pseudomonas aeruginosa	= PA	15442
Candida albicans	= CA	10231

Die biologischen Eigenschaften der Keime sind genau definiert. Sie wurden deshalb als Referenzkeime ausgewählt. Bei Auszählung der Kulturen auf festen Nährmedien ist die Keimzahl, heute auch Zahl der koloniebildenden Einheiten (KBE) genannt, angegeben, wenn zählbare Einzelkolonien vorlagen.

1 ATCC = American Type Culture Collection

2.2.3 Feste und flüssige Nährmedien

Die entsprechend den Versuchsansätzen variierenden festen und flüssigen Nährmedien wurden in Anlehnung an die Richtlinien (16) für die Tests 2.2.4-2.2.8 ausgewählt:

Caseinpepton - Sojabohnenmehlpeptonagar	= CSA
Caseinpepton - Sojabohnenmehlpeptonagar + Inaktivierungssubstanzen	= CSA + I
(Inaktivierungssubstanzen: 3% Tween 80 + 3% Saponin + 0,1% Histidin + 0,1% Cystein)	
Caseinpepton - Sojabohnenmehlpeptonlösung	= CSL
Caseinpepton - Sojabohnenmehlpeptonlösung + Inaktivierungssubstanzen	= CSL + I
Blutagar	= BA
Endoagar	= EA
Sabouraud - Glucoseagar	= SAB

2.2.4 Prüfung der antimikrobiellen Wirksamkeit im Reihenverdünnungstest

Die Untersuchungen erfolgten in Anlehnung an die Methoden der Richtlinien (16).

Geprüft wurde die Wirkung auf die unter 2.2.2 genannten Testkeime. Klebsiella pneumoniae wurde aus technischen Gründen nicht in den Versuch genommen.

In sterilen Reagenzröhrchen wurden je 5 ml von Verdünnungen der Testsubstanz in WSH mit 5 ml doppelt konzentrierter CSL bzw. CSL + Inaktivierungssubstanzen vermischt. In der Annahme, die Testsubstanzen hätten im Bereich der für die tägliche Reinigung genannten Wassermengen eine deutliche antimikrobielle Wirkung, wurde für die 100%-ige Ausgangslösung eine Ta-

blette auf 100 ml Flüssigkeit gegeben. Ausgehend von dieser Testsubstanzlösung wurden zur Erfassung der Wirksamkeitsgrenzen Verdünnungen 10, 100, 1000, 10000 (reziproker Wert) hergestellt.
Nach Herstellung der Verdünnungsreihen wurden die Röhrchen durch Zugabe von 0,1 ml einer 1:10 mit CSL verdünnten, 24-stündigen CSL-Kultur der Testbakterien beimpft. Bei Candida albicans wurden je 0,1 ml einer unverdünnten, 72-stündigen CSL-Kultur verwendet.
Die Ablesung der Wachstumshemmung, Trübung bzw. Nichttrübung fand nach 72-stündiger Bebrütung bei 37°C statt. Zur Bestätigung der Ergebnisse erfolgten Subkultivierungen auf festen und in flüssigen Nährmedien. Maß für die Entwicklungshemmung war die Verdünnungsstufe, die das Wachstum der Testkeime nach 72-stündiger Bebrütung gerade noch unterdrückte.

2.2.5 Prüfung der antimikrobiellen Wirksamkeit nach der Plattendiffusionsmethode

Um auch höchste Konzentrationen der Testsubstanzen A und B prüfen zu können, wurde der Plattendiffusionstest in Anlehnung an WALLHÄUSER und SCHMIDT (55) durchgeführt; hierbei wird auf den mit den Testkeimen beimpften festen Nährboden die Testsubstanz direkt aufgebracht. Ein nach Bebrütung entstehender Hemmhof um die geprüfte Substanz weist auf eine antimikrobielle Wirkung hin.

Die Testbakterien wurden auf die Nährböden mit 0,1 ml einer 1:10 000 mit CSL verdünnten, 24-stündigen CSL-Kultur gespatelt. Für Candida albicans wurde 0,1 ml einer 1:10 mit CSL verdünnten, 72-stündigen CSL-Kultur verwendet. Als Testsubstanz legten wir eine ganze Tablette in die Mitte des Nährbodens auf.
Die Ablesung bei den Testbakterien erfolgte nach 24 Stunden bei 37°C, bei CA nach 72 Stunden bei 37°C. Die Einteilung der Hemmhofgröße in kleine, mittelgroße und große war subjektiv

und abhängig vom Eindruck des Auswertenden.

2.2.6 Prüfung der antimikrobiellen Wirksamkeit nach der Plattendiffusionsmethode im Lochtest

Da die Testtabletten nach dem Auflegen schäumend über die Nährbodenoberfläche verliefen, wurde in einem dritten Versuch zur Begrenzung der Ausdehnung der Testsubstanzen die Plattendiffusionsmethode im Lochtest (55) gewählt, wobei wiederum möglichst hohe Konzentrationen geprüft werden sollten. Im Lochtest wird die Testsubstanz verdünnt in ein eingestanztes Loch des beimpften festen Nährbodens gebracht.

Für den ATCC-Stamm 4559 bei Klebsiella pneumoniae ist ein Teil des Versuchs aus technischen Gründen mit dem Laborstamm Nr. 877 durchgeführt worden.

Die Nährböden wurden mit 0,1 ml einer 1:10 000 mit physiologischer Kochsalzlösung verdünnten 24-stündigen CSL-Kultur der Testbakterien bespatelt. Zur Prüfung der Wirkung gegen Candida albicans wurde 0,1 ml einer 1:10 mit physiologischer Kochsalzlösung verdünnten 72-stündigen CSL-Kultur verwendet. Die Verdünnungsstufen wurden mit physiologischer Kochsalzlösung und nicht mit CSL vorgenommen, um eine durch die CSL ausgelöste Begünstigung des Wachstums der Testkeime auszuschließen. Nachdem die Platten gut getrocknet waren, wurde mit einem Korkbohrer in der Mitte jeder Platte ein Loch (Ø 8 mm) ausgestanzt. Um ein Wegfließen der in die Löcher einzubringenden Testlösung zu vermeiden, dichteten wir die Löcher mit verflüssigtem Agar nach unten ab. Nach Erstarren des Agars wurden die Löcher mit 0,2 ml der Testlösung beschickt.

Die Proben ergaben, daß 5 ml WSH die kleinstmögliche Wassermenge zur Lösung einer Tablette darstellte. Die Auflösung einer Tablette in 5 ml WSH wurde für die folgenden Tests als 100 %-ige Ausgangslösung angenommen.

Folgende Konzentrationen wurden auf Wirksamkeit geprüft:

a) 100 % = 1 Tablette, gelöst in 5 ml WSH
b) 50 % = 1 " " " 10 ml WSH
c) 25 % = 1 " " " 20 ml WSH
d) 10 % = 1 " " " 50 ml WSH
e) 5 % = 1 " " " 100 ml WSH

Die Ablesung bei den Testbakterien erfolgte nach 24 Stunden bei 37°C, bei CA nach 72 Stunden bei 37°C. Der Durchmesser der jeweiligen Hemmzone wurde unter Einschluß des eingestanzten Loches mit dem Zirkel abgegriffen und in cm angegeben. Wachstumskontrollen der Testkeime zeigten deren Vitalität an; sie sind in Tab. 6 und 7 nicht aufgeführt.

2.2.7 Weiterer Versuch einer Prüfung der antimikrobiellen Wirksamkeit im Reihenverdünnungstest

Zur Präzisierung der im Lochtest 2.2.6 erhaltenen nicht eindeutig reproduzierbaren Ergebnisse wurde nochmals ein Reihenverdünnungstest nach den Richtlinien (16) durchgeführt, diesmal mit höheren Ausgangskonzentrationen als bei 2.2.4.

Für den ATCC-Stamm 4559 bei Klebsiella pneumoniae wurde der Laborstamm Nr. 877 verwendet.

Methodisch wurde vorgegangen wie bei 2.2.4 angegeben.

Die Konzentration 100% (vgl. 2.2.6) konnte aus technischen Gründen im Reihenverdünnungstest nicht geprüft werden. Die Konzentration 2,5% wurde dagegen aus Gründen der Praxisnähe mitgetestet, da sie etwa den Mischungsverhältnissen in einem Glas Wasser entspricht.

Folgende Konzentrationen wurden geprüft:

a) 50 % = 1 Tablette, gelöst in 10 ml Flüssigkeit[1]
b) 25 % = 1 " " " 20 ml "
c) 12,5% = 1 " " " 40 ml "
d) 5 % = 1 " " " 100 ml "
e) 2,5% = 1 " " " 200 ml "

2.2.8 Versuche zur Bestimmung des praktischen Desinfektionswertes der Testsubstanzen:
Prüfung der antimikrobiellen Wirksamkeit auf kontaminierte abnehmbare kieferorthopädische Plattenapparaturen als Keimträger

Um den praktischen Desinfektionswert zu ermitteln, erfolgte die fünfte Versuchsreihe in Anlehnung sowohl an die Richtlinien der DGHM (16) als auch an Verfahren, die von MAYR et al. (37) durchgeführt worden waren. Die Tests fanden im Vergleich zu Praxisverhältnissen unter erschwerten Bedingungen statt, da die Keimausgangskonzentrationen hoch waren und die Keimsuspension an die KFO-Platte angetrocknet wurde.

Testkeime bei dieser Versuchsreihe waren Streptococcus faecalis (SF) und Candida albicans (CA), beide Referenzkeime der DGHM. Sie wurden deshalb als Testkeime ausgewählt, weil sie eine erhöhte Resistenz gegenüber äußeren Einflüssen aufweisen. Die Widerstandsfähigkeit von CA gegenüber Chemikalien und Antibiotika ist bekannt; bei SF sind die Sherman-Kriterien (3) zu erwähnen, die die Widerstandsfähigkeit gegenüber Schädlichkeiten bei Fäkalstreptokokken definieren.

Herstellung der Keimsuspensionen:
Die 24-stündige CSL-Kultur von SF wurde 1:10 mit physiologi-

---

1 Flüssigkeit je Röhrchen zur Hälfte doppelprozentige CSL
zur Hälfte H_2O
oder zur Hälfte doppelprozentige CSL + I
zur Hälfte H_2O

scher Kochsalzlösung verdünnt. Die Zahl der KBE nach der Verdünnung lag im Bereich $>10^6$/ml. Die 72 h bei 37°C auf CSA bebrüteten Kulturen von CA wurden mit CSL abgeschwemmt, die Abschwemmung 1:10 mit physiologischer Kochsalzlösung verdünnt. Die Zahl der KBE nach der Verdünnung lag ebenfalls im Bereich $>10^6$/ml.

Als Keimträger verwendeten wir aufgrund der Reproduzierbarkeit ungetragene KFO-Platten des Unterkiefers, die neben einem Schraubenelement (Dehnschraube der Firma Dentaurum, 7530 Pforzheim) mit typischen Halte- und Bewegungselementen (Klammerdraht, Dentaurum, in verschiedenen Stärken) ausgestattet waren:
Labialbogen mit U-Schlaufen (0,7 mm federhart, fh)
$\overline{2|1}$ geschlossene Protrusionsfedern (0,5 mm fh)
zwischen $\overline{V4|}$ Bedac-Feder (0,6 mm fh)
$\overline{6|}$ $\overline{46}$ Adamsklammern (0,7 mm hart, h)
$\overline{6|6}$ Abstützdorne (0,7 mm fh)
Der Kunststoff Orthocryl®, Dentaurum, war, bis auf die Schleimhautseite, hochglanzpoliert (Abbildung S. 22).

KFO-Plattentest:
Vor Versuchsbeginn wurden die KFO-Geräte für 3 min in 70%-igen Propanol eingelegt, nachfolgend in WSH abgespült und getrocknet. Die Benetzung der Platten mit der Keimsuspension erfolgte durch 5-minütiges Einlegen, danach Abtropfenlassen und Antrocknen 20 min bei 37°C. Drei kontaminierte Platten (mit den Entnahmezeiten 10, 15, 30 min) wurden in Bechergläser mit 100 ml der zu prüfenden Testsubstanzlösungen A und B eingelegt. Wiederholtes Wenden befreite die KFO-Geräte von Luftbläschen. Die Wahl der Auflösungsverhältnisse der Testsubstanzen richtete sich nach den Vorversuchen. Nach Einwirkung der Lösung wurden die Platten entnommen, einmal in 50 ml CSL + I gespült, einzeln in Bechergläser mit 50 ml CSL eingelegt und anschließend 3 min auf den Rüttler gestellt. Hiernach folgte die Entnahme von 0,1 ml aus der CSL und Verimpfen auf BA bei Durchführung des Keimträgerversuchs mit Streptococcus faecalis bzw. auf CSA bei Durchführung mit Candida albicans. Unter

Modellband einer der gleichartigen als Kaumtrager verwendeten dimensionalen MFO-Plattenapparaturen des Unterkiefers mit typischer Elementen: labialocclusen mit J-Schlaufen, $\overline{JJ}$ geschlossene Protrusionsfedern, zwischen $\overline{VV}$ Bedac-Feder, $\overline{6\,7\,6}$ Adams-Klammern, $\overline{6}$ 6 Abstutzdorne, rostal von $\overline{6}$ Schraubenelement.

gleichen Bedingungen wurde ein Enthemmungsmedium (10 ml CSL + I) beimpft.
Als Kontrolle dienten in gleicher Weise behandelte KFO-Platten, die in wirkstoffreies WSH bzw. Phenol 1%-ig gelegt wurden.
Die Auszählung der BA-Kulturen erfolgte nach 48-stündiger Bebrütung, die der CSA-Kulturen nach 3, 4 und 7 Tagen Inkubation bei 37°C. Die Ablesung der CSL + I-Kulturen fand nach 72-stündiger Bebrütung bei 37°C statt. Zur Bestätigung der Ergebnisse wurden Subkultivierungen sowohl auf festen als auch in flüssigen Nährmedien vorgenommen.

2.3 Ergebnisse der mikrobiologischen Untersuchungen

2.3.1 Prüfung der antimikrobiellen Wirksamkeit im Reihenverdünnungstest

(siehe Tabelle 2 und 3)

Präparat A:
Weder die verschiedenen Verdünnungsstufen noch die "100%-ige" Ausgangslösung (1 Tablette in 100 ml) der Testsubstanz zeigten eine antimikrobielle Wirkung. Dies gilt für beide Versuchsreihen: mit CSL und mit CSL + Inaktivierungssubstanzen.

Präparat B:
Weder bei den verschiedenen Verdünnungsstufen noch bei der "100%-igen" Ausgangslöung (1 Tablette in 100 ml) der Testsubstanz war im Medium CSL + I eine antimikrobielle Wirkung erkennbar.
Lediglich im Medium CSL war bei der "100%-igen" Ausgangslösung kein Wachstum der Testkeime nachzuweisen. Für Escherichia coli gilt dies auch in der 10%-igen Verdünnungsstufe.

Tabelle 2: Prüfung der antimikrobiellen Wirksamkeit im Reihenverdünnungstest

Präparat A

Konzentration des Präparats	NÄHRMEDIEN UND TESTKEIME											
	CSL						CSL + Inaktivierungssubstanzen					
	SA	SF	EC	PM	PA	CA	SA	SF	EC	PM	PA	CA
100 %	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
10 %	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
1 %	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
0,1 %	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
0,01%	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

\- = kein Wachstum des Testkeimes = Hemmwirkung
\+ = Wachstum des Testkeimes = keine Hemmwirkung

Tabelle 3: Prüfung der antimikrobiellen Wirksamkeit im Reihenverdünnungstest
Präparat B

Konzentration des Präparats	NÄHRMEDIEN UND TESTKEIME												
	CSL							CSL + Inaktivierungssubstanzen					
	SA	SF	EC	PM	PA	CA		SA	SF	EC	PM	PA	CA
100 %	–	–	–	–	–	–		+	+	+	+	+	+
10 %	+	+	–	+	+	+		+	+	+	+	+	+
1 %	+	+	–	+	+	+		+	+	+	+	+	+
0,1 %	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+
0,01%	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+

– = kein Wachstum des Testkeimes = Hemmwirkung
+ = Wachstum des Testkeimes = keine Hemmwirkung

2.3.2 Prüfung der antimikrobiellen Wirksamkeit nach der Plattendiffusionsmethode
(siehe Tabelle 4 und 5)

Sowohl bei Präparat A als auch bei Präparat B löste sich die Tablette bei 37°C innerhalb einer halben Stunde unter Schaumbildung auf und verteilte sich von Platte zu Platte unterschiedlich auf den beimpften Nährböden. Eine exakte Bestimmung der Hemmhofgröße war hierdurch nicht möglich. Bei allen Platten diffundierte Wirksubstanz in das Agargel. Streptococcus faecalis, Escherichia coli, Klebsiella pneumoniae und Candida albicans zeigten die größten Hemmhöfe. Staphylococcus aureus und Pseudomonas aeruginosa wiesen - abhängig vom Nährboden - große bis mittelgroße Hemmhöfe auf. Bei Proteus mirabilis entwickelten sich mittelgroße bis kleine Hemmhöfe.
Bei beiden Testsubstanzen war die Anzahl an großen, mittelgroßen und kleinen Hemmhöfen jeweils gleich.

Tabelle 4: Prüfung der antimikrobiellen Wirksamkeit nach der Plattendiffusionsmethode

Präparat A

Nährboden	T E S T K E I M E						
	SA	SF	EC	KP	PM	PA	CA
CSA	++	+++	+++	+++	+	++	
CSA + I	+++	+++	+++	+++	+	++	
BA	++	+++	+++	+++	++	+++	
EA			+++	+++			
SAB							+++

\+ = kleiner Hemmhof
++ = mittelgroßer Hemmof
+++ = großer Hemmhof

Tabelle 5: Prüfung der antimikrobiellen Wirksamkeit nach der Plattendiffusionsmethode
Präparat B

Nährboden	T E S T K E I M E						
	SA	SF	EC	KP	PM	PA	CA
CSA	+++	+++	+++	+++	+	+++	
CSA + I	++	+++	+++	+++	+	++	
BA	++	+++	+++	+++	++	++	
EA			+++	+++			
SAB							+++

\+ = kleiner Hemmhof
++ = mittelgroßer Hemmof
+++ = großer Hemmhof

2.3.3 Prüfung der antimikrobiellen Wirksamkeit nach der Plattendiffusionsmethode im Lochtest
(siehe Tabelle 6 und 7)

Die Eigenart der Testsubstanzen brachte es mit sich, daß die Diffusion nicht immer gleichmäßig in den Nähragar erfolgte und dadurch die Hemmhöfe ungleichmäßig ausfielen. Eindeutig reproduzierbare Werte konnten nicht erhalten werden. Angegeben ist jeweils der kleinste Durchmesser eines ungleichmäßig großen Hemmhofes.

Präparat A:
Die Konzentration 100% (1 Tablette in 5 ml) bewirkte bei allen Testkeimen die Bildung eines Hemmhofes. Die Hemmhofgröße variierte nach Nährbodenart und Testkeim. Proteus mirabilis zeigte ungehemmtes Wachstum auf einem der Nährböden.
Die Konzentration 50% (10 ml) hemmte bei reduzierter Hemmhofgröße sechs von sieben Teststämmen; Proteus mirabilis ließ bereits hierbei ungehemmtes Wachstum erkennen, hatte also keinen Hemmhof mehr.
Auch die Konzentration 25% (20 ml) hemmte mit gegenüber der 50%-igen Konzentration reduzierter Hemmhofgröße alle Testorganismen, mit Ausnahme von Proteus mirabilis.
Bei der Konzentration 10% (50 ml) entwickelte neben Proteus mirabilis nun auch Candida albicans ungehemmtes Wachstum; die Größe der Hemmhöfe bei den übrigen Testkeimen war gegenüber der 25%-igen Konzentration weiter reduziert, wobei Pseudomonas aeruginosa, Escherichia coli und Klebsiella pneumoniae auf einigen Nährböden schon ungehemmtes Wachstum aufwiesen.
Bei der Konzentration 5% (100 ml) fiel die Wirkung bis auf fünf Ausnahmen völlig ab, d.h. die Testkeime zeigten Rasenwachstum bis zum Stanzloch. Insgesamt war bei 17 von 22 beimpften Nährböden keine Hemmung mehr festzustellen.

Präparat B:
Die Konzentration 100% (1 Tablette in 5 ml) hatte bei sechs von sieben Testkeimen die Bildung eines Hemmhofes zur Folge. Die Hemmhofgröße war unterschiedlich nach Nährbodenart und

Testkeim. Proteus mirabilis wies hier bereits ungehemmtes Wachstum bei allen Nährböden auf. Bei Streptococcus faecalis und Pseudomonas aeruginosa war jeweils auf einem der Nährböden ungehemmtes Wachstum festzustellen.
Die Konzentration 50% (10 ml) hemmte bei reduzierter Hemmhofgröße alle Testkeime bis auf Proteus mirabilis. Zusätzlich zu Streptococcus faecalis und Pseudomonas aeruginosa zeigten Escherichia coli und Klebsiella pneumoniae jeweils auf einem der Nährböden ungehemmtes Wachstum.
Für die Konzentration 25% (20 ml) gilt bei reduzierter Hemmhofgröße das gleiche wie für die Konzentration 50%, mit Ausnahme von Escherichia coli und Klebsiella pneumoniae; hier konnte auf der Hälfte der Nährböden ungehemmtes Wachstum beobachtet werden.
Die Konzentration 10% (50 ml) erbrachte bei Candida albicans und Proteus mirabilis ungehemmtes Wachstum; die Größe der Hemmhöfe bei den übrigen Testkeimen war gegenüber der 25%-igen Konzentration weiter reduziert.
Für die Konzentration 5% (100 ml) gilt bei weiter verkleinerter Hemmhofgröße das gleiche wie für die Konzentration 10%, mit Ausnahme von Streptococcus faecalis (auf zwei von drei Nährböden ungehemmtes Wachstum). Insgesamt war bei der 5%-igen Konzentration auf mehr als der Hälfte (12) der beimpften Nährböden (22) keine Hemmung mehr festzustellen. Als einziger Keim wies Staphylococcus aureus auf keinem der Nährböden Rasenwachstum bis zum Stanzloch auf.

Tabelle 6: Prüfung der antimikrobiellen Wirksamkeit nach der Plattendiffusionsmethode im Lochtest

Präparat A

Konzentration des Präparates	TESTKEIME UND NÄHRBÖDEN																						
	SA			SF			EC				KP				PM			PA			CA	
	BA	CSA	CSA+I	BA	CSA	CSA+I	BA	CSA	CSA+I	EA	BA	CSA	CSA+I	EA	BA	CSA	CSA+I	BA	CSA	CSA+I	SAB	CSA
100 %	5,5	3,5	NA	5,4	3,5	NA	3,6	3,8	3,0	3,6	5,9	3,4	3,3	4,2	3,0	1,8	W	3,7	3,5	3,0	3,4	3,5
50 %	4,0	3,3	2,7	4,4	3,1	2,6	4,0	2,9	2,7	3,3	3,6	2,9	3,3	4,1	W	W	W	3,2	2,3	2,6	3,2	2,9
*25 %	3,5	2,7	2,3	4,0	2,9	2,2	3,4	2,7	2,0	2,2	1,9	1,5	1,2	1,5	W	W	W	3,1	2,3	2,2	2,5	1,9
*10 %	3,3	1,9	1,6	3,3	1,5	1,4	2,7	1,6	W	1,9	1,2	W	W	W	W	W	W	2,0	W	W	W	W
* 5 %	3,0	W	1,3	2,6	W	W	2,3	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	1,6	W	W	W	W

Die Tabellenwerte geben die Hemmhofgröße in cm unter Einschluß des eingestanzten Loches (ø 0,8 cm) an.
W = Wachstum bis zum Stanzloch = keine Hemmung
NA = nicht auswertbar
* = bei den in dieser Weise gekennzeichneten Konzentrationen wurde bei Klebsiellapneumoniae der Versuch mit dem Laborstamm Nr. 877 durchgeführt.

Konzentrationen (vgl. 2.2.6): a) 100 % = 1 Tablette in 5 ml
b) 50 % = 1 Tablette in 10 ml
c) 25 % = 1 Tablette in 20 ml
d) 10 % = 1 Tablette in [illegible]

Tabelle 7: Prüfung der antimikrobiellen Wirksamkeit nach der Plattendiffusionsmethode im Lochtest
Präparat B

Konzentration des Präparats	TESTKEIME UND NÄHRBÖDEN																							
	SA			SF			EC				KP				PM			PA			CA			
	BA	CSA	CSA+I	BA	CSA	CSA+I	BA	CSA	CSA+I	EA	BA	CSA	CSA+I	EA	BA	CSA	CSA+I	BA	CSA	CSA+I	SAB	CSA		
100 %	4,8	4,5	NA	W	4,5	NA	1,9	4,3	5,4	1,5	2,5	4,2	5,6	2,8	W	W	W	W	4,0	4,2	3,4	3,5		
50 %	3,0	4,2	NA	W	3,4	4,1	W	3,5	4,2	2,2	W	3,4	4,2	2,2	W	W	W	W	3,9	4,1	3,2	2,9		
*25 %	2,8	3,8	4,9	W	3,0	3,8	W	3,0	3,0	W	W	2,6	3,3	W	W	W	W	W	3,2	3,7	2,5	1,9		
*10 %	2,4	3,7	4,3	W	2,0	2,0	W	2,3	2,9	W	W	2,2	1,8	W	W	W	W	W	2,6	3,0	W	W		
* 5 %	1,7	3,1	4,1	W	1,5	W	W	1,8	2,4	W	W	1,9	1,6	W	W	W	W	W	1,8	2,2	W	W		

Die Tabellenwerte geben die Hemmhofgröße in cm unter Einschluß des eingestanzten Loches (ø 0,8 cm) an.
W = Wachstum bis zum Stanzloch = keine Hemmung
NA = nicht auswertbar
* = bei den in dieser Weise gekennzeichneten Konzentrationen wurde bei Klebsiella pneumoniae der Versuch mit dem Laborstamm Nr. 877 durchgeführt.

Konzentrationen (vgl. 2.2.6): a) 100 % = 1 Tablette in 5 ml
b) 50 % = 1 Tablette in 10 ml
c) 25 % = 1 Tablette in 20 ml
d) 10 % = 1 Tablette in 50 ml
e) 5 % = 1 Tablette in 100 ml

2.3.4 Weiterer Versuch einer Prüfung der antimikrobiellen Wirksamkeit im Reihenverdünnungstest
(siehe Tabelle 8 und 9)

Präparat A:
Die Konzentration 50% (1 Tablette in 10 ml) bewirkte in der CSL-Kultur die Hemmung aller sieben Testkeime; in der maßgeblichen Kultur mit Enthemmersubstanzen wurden sechs von sieben Keimen gehemmt; Candida albicans zeigte ungehemmtes Wachstum.
Die Konzentration 25% (20 ml) hemmte in der CSL-Kultur ebenfalls alle sieben Keime; in der Kultur mit Inaktivierungssubstanzen wurden fünf von sieben Keimen gehemmt; neben Candida albicans wuchs auch Proteus mirabilis.
Die Konzentration 12,5% (40 ml) hatte im CSL-Ansatz hemmende Wirkung auf fünf von sieben Testkeimen. Klebsiella pneumoniae und Proteus mirabilis wuchsen ungehemmt. In der CSL + I-Kultur waren Klebsiella pneumoniae, Proteus mirabilis und Candida albicans ungehemmt.
Bei den Konzentrationen 5% (100 ml) und 2,5% (200 ml) war mit und ohne Inaktivierungssubstanzen keine Wirkung des Präparates mehr zu erkennen.

Präparat B:
Bei den Konzentrationen 50% (10 ml) und 25% (20 ml) wurden alle sieben Testkeime in den Ansätzen mit und ohne Inaktivierungssubstanzen gehemmt.
Bei Konzentration 12,5% (40 ml) war die Hemmung aller sieben Keime in der CSL-Kultur zu verzeichnen; im Ansatz mit Enthemmersubstanzen wurden drei von sieben Mikroorganismen gehemmt; Staphylococcus aureus, Streptococcus faecalis, Proteus mirabilis und Candida albicans zeigten Wachstum.
Bei Konzentration 5% (100 ml) und 2,5% (200 ml) war die Hemmung aller Testkeime in der CSL-Kultur zu beobachten; bei Verwendung von Inaktivierungssubstanzen wuchsen alle Testkeime ungehemmt.

Tabelle 8: Weiterer Versuch einer Prüfung der antimikrobiellen Wirksamkeit im Reihenverdünnungstest

Präparat A

Konzentration des Präparats	NÄHRMEDIEN UND TESTKEIME														
	CSL							CSL + Inaktivierungssubstanzen							
	SA	SF	EC	KP	PM	PA	CA	SA	SF	EC	KP	PM	PA	CA
50 %	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
25 %	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+
12,5%	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	+	+	-	+
5 %	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2,5%	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

- = kein Wachstum des Testkeimes
+ = Wachstum des Testkeimes

Konzentrationen (vgl. 2.2.7): a) 50 % = 1 Tablette in 10 ml
b) 25 % = 1 Tablette in 20 ml
c) 12,5% = 1 Tablette in 40 ml
d) 5 % = 1 Tablette in 100 ml
e) 2,5% = 1 Tablette in 200 ml

Tabelle 9: Weiterer Versuch einer Prüfung der antimikrobiellen Wirksamkeit im Reihenverdünnungstest

Präparat B

Konzentration des Präparats	NÄHRMEDIEN UND TESTKEIME													
	CSL							CSL + Inaktivierungssubstanzen						
	SA	SF	EC	KP	PM	PA	CA	SA	SF	EC	KP	PM	PA	CA
50 %	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25 %	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12,5%	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	-	+
5 %	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
2,5%	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+

- = kein Wachstum des Testkeimes
+ = Wachstum des Testkeimes

Konzentrationen (vgl. 2.2.7): a) 50 % = 1 Tablette in 10 ml
b) 25 % = 1 Tablette in 20 ml
c) 12,5% = 1 Tablette in 40 ml
d) 5 % = 1 Tablette in 100 ml
e) 2,5% = 1 Tablette in 200 ml

2.3.5 Prüfung der antimikrobiellen Wirksamkeit auf kontaminierte abnehmbare kieferorthopädische Plattenapparaturen als Keimträger (2.2.8)
(siehe Tabelle 10 und 11)

Das Ergebnis der Kulturen mit Enthemmersubstanz bestätigte in allen Fällen die Ergebnisse der BA- bzw. CSA-Kulturen und wird daher in der Tabelle nicht aufgeführt.

Präparat A:
Aus Tabelle 10 geht hervor, daß unabhängig vom Auflösungsverhältnis (1 Tablette in 10 bzw. 20 ml) eine Keimreduktion bei Streptococcus faecalis nicht erkennbar war; auf allen Kulturen wuchsen ineinanderfließende Kolonien.
Aus Tabelle 11 ist ersichtlich, daß bei Auflösung in 10 ml bei Candida albicans zählbare Einzelkolonien gewachsen waren, während bei der Lösung einer Tablette in 20 ml das Wachstum zunahm (+ = mehr als 60 KBE). Eine Verlängerung der Einwirkzeit von 10 auf 30 min erbrachte keine erkennbare Verstärkung der Wirkung.

Präparat B:
Aus Tabelle 10 ist abzulesen, daß auch bei diesem Präparat unabhängig vom Auflösungsverhältnis (1 Tablette in 10 bzw. 20 ml) eine Keimreduktion bei Streptococcus faecalis nicht erkennbar war und auf allen Kulturen ineinanderfließende Kolonien wuchsen.
Aus Tabelle 11 ergibt sich für Präparat B auf Candida albicans folgende Wirkung: In konzentrierter Form - d.h. eine Tablette in 10 ml - waren nach einer Einwirkungszeit von 10 min noch Keime (zählbare Einzelkolonien) nachweisbar, wogegen sich nach 15 bzw. 30 min keine Kolonien mehr erkennen ließen. Bei 20 ml pro Tablette traten sowohl bei 10 als auch bei 15 und 30 min Einwirkungszeit vereinzelt Kolonien auf. Dieser Trend verstärkte sich, wenn die Auflösungsmenge für eine Tablette 40 ml betrug, also die Konzentration der Testsubstanz weiter abnahm. In diesem Fall wuchsen die Kolonien sehr zahlreich; (+ bei 10 und 15 min; zählbare Einzelkolonien bei 30 min).

Phenol 1%-ig:
Die 1%-ige Phenolkontrollösung reduzierte das Koloniewachstum innerhalb einer Stunde deutlich bei Streptococcus faecalis (von 19 auf 0 KBE), ebenso bei Candida albicans (von 27 auf 2 KBE).

Tabelle 10: Prüfung der antimikrobiellen Wirksamkeit auf kontaminierte abnehmbare kieferorthopädische Plattenapparaturen als Keimträger (2.2.8)

Präparate A und B

Getesteter Keim: Streptococcus faecalis

Einwirkzeit min.	Zahnspangenreiniger und Dosierung (ml WSH pro Tablette)				Vergleichsmedien	
	Präparat A		Präparat B		Phenol 1%-ig	WSH
	10	20	10	20		
10	++	++	++	++	19	
15	++	++	++	++	5	
30	++	++	++	++	0	++

Die Kreuze geben die Stärke des Wachstums an.
+++ = Rasen
++ = ineinanderfließende Kolonien
+ = Wachstum einzelner Kolonien (mehr als 60)
Zahl = koloniebildende Einheiten (KBE)

Tabelle 11: Prüfung der antimikrobiellen Wirksamkeit auf kontaminierte abnehmbare kieferorthopädische Plattenapparaturen als Keimträger (2.2.8)

Präparate A und B

Getesteter Keim: Candida albicans

Einwirkzeit min.	Zahnspangenreiniger und Dosierung (ml WSH pro Tablette)					Vergleichsmedien	
	Präparat A		Präparat B			Phenol 1%-ig	WSH
	10	20	10	20	40		
10	42	+	12	9	+	27	
15	38	+	0	5	+	3	
30	44	+	0	1	38	2	++

Die Kreuze geben die Stärke des Wachstums an.
+++ = Rasen
++ = ineinanderfließende Kolonien
+ = Wachstum einzelner Kolonien (mehr als 60)
Zahl = koloniebildende Einheiten (KBE)

3. BESPRECHUNG DER ERGEBNISSE UND DISKUSSION

3.1 Prüfung der antimikrobiellen Wirksamkeit im Reihenverdünnungstest

Die Ergebnisse im Medium mit Inaktivierungssubstanzen müssen entsprechend den Richtlinien der DGHM (16) sowie nach ENGELHARD und GRÜN (22) als ausschlaggebend angesehen werden.
Bei Präparat A konnte hiernach eine nachweisbare antimikrobielle Wirkung nicht postuliert werden.
Bei Präparat B war vor allem in der "100%-igen" Ausgangslösung (Dosierung: 1 Tablette in 100 ml) eine gewisse antimikrobielle Wirksamkeit im Medium CSL nachzuweisen, die jedoch in Gegenwart von Inaktivierungssubstanzen nicht bestehen blieb.
Daher kann unterstellt werden, daß die zur täglichen KFO-Plattenhygiene empfohlenen Gebrauchslösungen (1 Tablette in 100 bzw. 200 ml Wasser) keine effektive antimikrobielle Aktivität bewirken. Nähere Erläuterungen zur Bewertung dieser Ergebnisse werden bei der Besprechung der KFO-Plattentests (3.5) gegeben.

3.2 Prüfung der antimikrobiellen Wirksamkeit nach der Plattendiffusionsmethode

Sowohl bei Präparat A als auch bei Präparat B ist dann eine antimikrobielle Wirkung erkennbar, wenn die ganze Tablette im Plattendiffusionstest verwendet wird. Jedoch lassen die unterschiedlichen Hemmhofgrößen aus methodischen Gründen keine Schlußfolgerungen über die Wirkung auf einzelne Testkeime zu.

3.3 Prüfung der antimikrobiellen Wirksamkeit nach der Plattendiffusionsmethode im Lochtest

Präparat A:
Dieser Reiniger hemmte das Wachstum der Testmikroorganismen nur in konzentrierter Form (1 Tablette in 5 ml). Bereits bei einer Verdünnung mit dem Faktor 2 (1 Tablette in 10 ml) wurde Proteus mirabilis nicht mehr gehemmt. Bei den anderen Testkeimen wurde die Hemmung mit Steigerung des Verdünnungsgrades zunehmend geringer.
Die Verdünnungsstufe, die der empfohlenen Gebrauchslösung (1 Tablette in 200 ml Wasser) am nächsten kommt, hatte keine deutliche Hemmwirkung mehr.

Präparat B:
Bei Anwendung des Reinigers in konzentrierter Form (1 Tablette in 5 ml) zeigten alle Testkeime bis auf Proteus mirabilis Hemmhöfe. Bei den anderen Testkeimen wurde die Hemmung mit Zunahme des Verdünnungsgrades geringer. Dabei war Staphylococcus aureus der einzige Keim, der bei allen angewendeten Konzentrationen und Nährböden eine Hemmung aufwies.
Auch bei Präparat B brachte die Verdünnungsstufe, die der zur täglichen Hygiene empfohlenen Gebrauchslösung (1 Tablette in 100 ml Wasser) am nächsten kommt, keine deutliche Hemmwirkung mehr.

Die Hemmhofgröße kann bei beiden Präparaten wegen der ungleichmäßigen Diffusion der Testlösung nicht quantitativ ausgewertet werden.
Die Ergebnisse beider Präparate lassen bei Verwendung der empfohlenen Gebrauchslösungen eine ausgeprägte antimikrobielle Wirksamkeit nicht zuverlässig erwarten.

3.4 Weiterer Versuch einer Prüfung der antimikrobiellen Wirksamkeit im Reihenverdünnungstest

Ausschlaggebend ist die Wirkung der Testsubstanz in der Kultur mit Inaktivierungssubstanzen (16, 22).

Präparat A:
Beim Vergleich der Ergebnisse beider Ansätze (CSL, CSL + I) ist erkennbar, daß - übereinstimmend in den Kulturen mit und ohne Enthemmersubstanzen - bei einigen Keimen in höheren Konzentrationsstufen eine antimikrobielle Wirkung festzustellen war, die sich jedoch bei zunehmender Verdünnung (1 Tablette in 100 bzw. 200 ml) in beiden Versuchsansätzen nicht mehr nachweisen ließ.
Nicht bei allen Keimen wurden in beiden Versuchsansätzen übereinstimmende Ergebnisse registriert: Während bei Proteus mirabilis bei einem Auflösungsverhältnis einer Tablette in 20 ml in der CSL-Kultur noch eine antimikrobielle Wirkung vermerkt werden konnte, war in der Kultur mit Enthemmersubstanzen ungehemmtes Wachstum erkennbar. Die nächsthöheren Verdünnungsstufen hatten in beiden Ansätzen übereinstimmend keine nachweisbare antimikrobielle Wirkung mehr. Bei Candida albicans fällt auf, daß die in der CSL-Kultur bis zur Konzentration 12,5% (40 ml) festgestellte antimikrobielle Wirksamkeit bei Zusatz von Inaktivierungssubstanzen in keiner Konzentrationsstufe Bestand hatte: Selbst in hoch konzentrierter Form (1 Tablette in 10 ml) reagierte Candida albicans in der Kultur CSL + I mit ungehemmtem Wachstum.

Präparat B:
Die Ansätze mit und ohne Inaktivierungssubstanzen erbrachten in den beiden höchsten Konzentrationsstufen (1 Tablette in 10 bzw. 20 ml) übereinstimmend eine antimikrobielle Wirkung des Präparats bei allen Testkeimen.
Auch bei zunehmender Verdünnung war bei allen Testkeimen im CSL-Kulturansatz eine antimikrobielle Wirksamkeit nachweisbar. Unter Einwirkung von Enthemmersubstanzen und mit zunehmender Verdünnung (100 und 200 ml) war die antimikrobielle Wirkung

nicht mehr nachzuweisen.

Ob die empfohlenen Gebrauchslösungen (1 Tablette in 100 bzw. 200 ml Wasser) beider Präparate den Anforderungen einer antimikrobiellen Wirksamkeit im täglichen Gebrauch gerecht werden, kann aufgrund dieser Ergebnisse nicht mit Sicherheit positiv beantwortet werden. Nähere Erläuterungen zur Beurteilung der vorliegenden Ergebnisse folgen in der Besprechung des KFO-Plattentests (3.5).

3.5 Prüfung der antimikrobiellen Wirksamkeit auf kontaminierte abnehmbare kieferorthopädische Plattenapparaturen als Keimträger (2.2.8)

Präparat A:
Diese Testsubstanz hatte bei einem Lösungsverhältnis von einer Tablette in 10 ml gegen Streptococcus faecalis keine erkennbare antimikrobielle Wirkung; die KBE wuchsen bis zu ineinanderfließenden Kolonien aus.
Im Versuch mit Candida albicans zeigte die Reduktion der KBE eine keimhemmende Wirkung des Präparats A in der höchsten angewendeten Dosierung an (1 Tablette in 10 ml). Diese Wirkung verminderte sich mit zunehmender Verdünnung (1 Tablette in 20 ml). Das heißt, die im Versuch aufgetretene geringgradige Wirksamkeit von Präparat A auf CA ist in schwachem Maße konzentrationsabhängig. Eine Verlängerung des Faktors Zeit von 10 auf 30 min ließ keine Verstärkung der Wirkung erkennen. Beim Vergleich mit dem Reihenverdünnungstest (2.2.7) ist festzustellen, daß CA in diesem bereits bei einem Auflösungsverhältnis von einer Tablette in 10 ml ungehemmtes Wachstum in der Kultur mit Enthemmersubstanzen zeigte. Daß im KFO-Plattentest eine leichte keimhemmende Wirkung zu beobachten war, könnte damit erklärt werden, daß CA hier aus methodischen Gründen verdünnt wurde, im Reihenverdünnungstest wurde dieser Keim jedoch unverdünnt getestet.

Präparat B:
Bei einem Lösungsverhältnis von einer Tablette in 10 ml hatte der Reiniger keine erkennbare antimikrobielle Wirkung gegen Streptococcus faecalis. Ebenso wie bei Präparat A wuchsen die KBE bis zu ineinanderfließenden Kolonien aus.
Gegen Candida albicans war eine keimhemmende Wirkung vorhanden, wenn Präparat B in der höchsten getesteten Dosierung (1 Tablette in 10 ml) angewendet wurde. Diese Wirkung verminderte sich mit zunehmender Verdünnung (1 Tablette in 20 bzw. 40 ml). Bei vorsichtiger Interpretation stellt sich eine Verminderung der KBE in den Zeiteinheiten 10, 15, 30 dar. Mit Erhöhung der Konzentration und Verlängerung der Zeit im Laborversuch kann somit eine Reduktion der eingebrachten Testkeime (CA) für die Praxis erhofft werden.

Die auf den Packungen aufgedruckten Gebrauchsanweisungen, z.B. eine Tablette in ein Glas warmes Wasser oder eine Tablette in ein halbvolles Glas mit lauwarmem Wasser zu geben, sind wenig präzise für die Überprüfung der praktischen Wirkung im Laborversuch. Dies gilt für die Präparate A und B, bei denen nach Herstellung der Gebrauchslösung und Einlegen der KFO-Platte die Sauberkeit nach einer Einwirkzeit von insgesamt 10-15 min angenommen wird.
Bei den eigenen Versuchen wurde selbst bei 30-minütiger Einwirkungszeit und der Auflösung einer Tablette in nur 20 ml (im Gegensatz zu den für die Anwendung empfohlenen 100-200 ml, wie sie als Füllwerte in gebräuchlichen Zahnspülgläsern enthalten sind) keine auffällige antimikrobielle Wirkung gegenüber den beiden getesteten Keimen beobachtet. Die mit Streptococcus faecalis (Referenzkeim für die Sherman-Kriterien) erhaltenen Ergebnisse lassen den Schluß zu, daß andere aerobe Streptokokken entweder in gleichem oder stärkerem Umfang durch die Wirkung der Präparate beeinflußt worden wären.
Die zusätzliche Verwendung der Staphylokokken-, Coli-, Klebsiella-, Proteus mirabilis- und Pseudomonas-Bakterien in den Vorversuchen (2.2.4, 2.2.5, 2.2.6, 2.2.7) erfolgte zur Ermittlung des Wirkungsspektrums der Substanzen. Diese Bakterien zählen nicht zur üblichen Mundflora; sie wurden daher im KFO-

Plattentest nicht berücksichtigt.

Die im Vergleich zu den Angaben der Hersteller der Zahnspangenreiniger unbefriedigenden Ergebnisse lassen sich auf verschiedene Weise erklären:
Möglich ist, daß die vorgelegten Substanzen tatsächlich keine ausreichende Wirkung besitzen. Leider bestehen zwischen den Angaben von Herstellern medizinischer Produkte und deren Wirkungsweise erhebliche Differenzen.
Eine weitere Erklärung könnte darin liegen, daß die gewählten Testverfahren für die Präparate so scharf waren, daß eine Wirkung - die in praxi möglicherweise eingetreten wäre - im Labor ausblieb. Dies könnte für den KFO-Plattentest gelten, bei dem zwei Referenzkeime ausgewählt wurden, deren erhöhte Widerstandsfähigkeit gegenüber äußeren Einflüssen bekannt ist. Diese Auswahl erfolgte jedoch bewußt, um zu erreichen, daß auch unter ungünstigen Bedingungen der Praxis eine Wirkung angenommen werden kann.
Ein weiterer Gesichtspunkt ist die Bakterien- bzw. Pilzeinsaat, die im KFO-Plattentest bei $>10^6$/ml lag, wobei sich die Frage stellt, ob bei Kindern solche Keimzahlen pro ml Speichel erreicht werden.
Weiter ist zu bedenken, daß bei dem KFO-Plattentest die Zeitspanne von nicht länger als einer halben Stunde als Prüfzeit berücksichtigt werden konnte. Der in der Praxis angegebene Zeitwert von $\leq$15 min für die Reinigung von abnehmbaren KFO-Behandlungsgeräten liegt innerhalb des von uns gewählten Zeitraums. Es ist bei beiden Präparaten nicht auszuschließen, daß bei einer Verlängerung der gewählten Prüfzeit eine Verstärkung der "reinigenden" Wirkung erzielt werden kann. Erfahrungsgemäß wird die Wirkung von antimikrobiellen Präparaten im Reagenzglas mit zunehmender Zeit und zunehmender Temperatur intensiviert. Mit höherer Temperatur steigert sich die Wirkung, mit fallender Temperatur wird sie reduziert: unterhalb von 15°C kann die Wirkung von antimikrobiellen Substanzen rapide abnehmen (34). Eine Erhöhung der Einwirkzeit von Zahnspangenreinigern über die vorgegebenen 10-15 min hinaus zur Steigerung der Wirkung ist nicht praktikabel: Kinder sollen

ihre KFO-Platten in der aktiven Phase der Behandlung tunlich permanent tragen. Sie sollen nicht dazu verleitet werden, das Behandlungsgerät für längere Zeiträume aus dem Mund zu nehmen und dabei das Risiko einzugehen, das Wiedereinsetzen zu vergessen. Es darf auch nicht der Eindruck entstehen, als könne das verordnete permanente Tragen der Platte nach Belieben unterbrochen werden. Das bedeutet andererseits, Mittel müssen so "aggressiv" sein, daß ein Effekt erwartungsgemäß in der für den Kieferorthopäden gewünschten Zeit bis zu 15 min auch eintritt. Bei der Bemessung der Einwirkzeit muß man abwägen, in welcher Relation das Risiko einer erhöhten Infektionsgefahr durch eine nicht ausreichend gereinigte (desinfizierte) KFO-Platte zu den Nachteilen einer Verlängerung der Nichttragezeit steht. Als Beispiel einer aggressiven Substanz könnte man die 1%-ige Phenolkontrolle ansehen. Sie läßt erkennen, daß eine Desinfektion möglich ist, zumal die Substanz selbst bei schwacher Konzentration Wirkung zeigt. Diese Substanz ist jedoch wegen der bekannten starken Nebenwirkungen - wie unter Punkt 4. noch darzustellen ist - nicht akzeptabel.

4. SCHLUSSFOLGERUNGEN

Nach den vorliegenden Ergebnissen haben die auf antimikrobielle Wirksamkeit getesteten Zahnspangenreiniger die Erwartungen nicht in wünschenswertem Umfang erfüllen können.

Dabei hat sich im Rahmen der Prüfung der Präparate ein akutes Problem herausgestellt, das darin liegt, daß es z.Zt. ebensowenig verbindliche Richtlinien für die Anforderungen an eine KFO-Plattendesinfektion wie für Prothesen- oder Abdruckdesinfektion gibt.
Vor dem Hintergrund dieser Feststellung sind die Ergebnisse der durchgeführten Prüfung einer antimikrobiellen Wirksamkeit von Zahnspangenreinigern nicht überraschend, insbesondere dann nicht, wenn man Ergebnisse von Untersuchungen chemischer Mittel zur Prothesenreinigung zum Vergleich heranzieht. Denn ebenso wie die Methoden zur Prüfung der antimikrobiellen Wirksamkeit von Prothesenreinigungsmitteln stark variieren, sind auch die Untersuchungsergebnisse dort sehr unterschiedlich. Das hängt offensichtlich nicht nur mit den unterschiedlichen Testverfahren, sondern auch mit ungleichen Beurteilungskriterien zusammen.
Eine Vielzahl von Veröffentlichungen in der wissenschaftlichen Literatur liefert hierfür die Bestätigung. Die Untersuchung von GRÜN und KONIETZKO (27) erbrachte, daß selbsttätige Prothesenreiniger lediglich eine Keimreduktion bewirken, nicht aber die gewünschte Desinfektion. MOORE et al. (39), die verschiedene Arten von Prothesenreinigern testeten, sind mit der antimikrobiellen Wirkung der Mehrzahl der Präparate nicht zufrieden. EHMER et al. (20) geben an, daß einige der Prothesenreinigungsmittel vom Typ der säurefreien Peroxidreiniger möglicherweise bakteriostatisch wirken.
Im Gegensatz dazu spricht SCHMIDT (48), der ebenfalls in der Mehrzahl säurefreie Peroxidreiniger untersuchte, bei fast allen Präparaten von einer desinfizierenden Wirkung innerhalb der vom Hersteller angegebenen Zeit bzw. der doppelten Einwirkzeit (wobei kein Präparat länger als 30 min getestet wurde). Auch die Stiftung WARENTEST (51) ist der Ansicht, daß

alle untersuchten Mittel - wiederum hauptsächlich säurefreie Peroxidreiniger - die Aufgaben der Reinigung und Desinfektion erfüllen, wobei allen Schnellreinigern diese Wirkung innerhalb von 15 min bescheinigt wird.

Diese teilweise widersprüchlichen Untersuchungsergebnisse sprechen deutlich für eine Forderung nach standardisierten Prüfmethoden und Beurteilungskriterien, wie sie von der DGHM (16) beispielsweise für die Prüfung von Desinfektionsmitteln zur hygienischen und chirurgischen Händedesinfektion eingeführt wurden. Weiterhin führt die DGHM eine Liste (17), in die geprüfte und für wirksam befundene Desinfektionsmittel verschiedener Indikationsgebiete aufgenommen werden; sie schützt medizinisches Personal ebenso wie Patienten vor unwirksamen oder ungeeigneten Präparaten. Eine solche Liste wäre auch für Zahnspangen- und Prothesenreinigungsmittel empfehlenswert.

Zur Beurteilung des Säuberungsgrades, den die in der vorliegenden Arbeit getesteten Zahnspangenreiniger erreichen, gehört auch die Testung der mechanischen Reinigungskraft, die durch eine abgetrennte Untersuchungsreihe überprüft wird.

Für die weitere Bearbeitung des Themas "Zahnspangenreiniger", die auch eine Prüfung sämtlicher an ein derartiges Mittel gestellten Forderungen (vergleiche Einleitung) einschließt, wäre es wünschenswert, eine gründliche Analyse der Zusammensetzung der Präparate durchzuführen, so wie es auch für Prothesenreiniger geschehen ist. Damit wäre eine Klassifizierungsmöglichkeit gegeben.
Die Analyse wäre besonders aufschlußreich im Hinblick auf die in der vorliegenden Arbeit festgestellten antimikrobiellen Eigenschaften. So ist beispielsweise bekannt, daß zwischen antimikrobieller Wirksamkeit eines Reinigers und Sauerstoffentwicklung ein Zusammenhang besteht: Die antimikrobielle Wirksamkeit einer Reinigungslösung wird wesentlich bestimmt durch die Sauerstoffkonzentration (EHMER et al. (20)).
Ebenso aufschlußreich wäre eine genaue Analyse der Zahnspangenreiniger im Zusammenhang mit ihrem Korrosionsverhalten.

RABE et al. (44) testeten das Korrosionsverhalten von Lötverbindungen an metallographischen Mustern bei Verwendung von Zahnspangenreinigern; sie fanden, daß auch bei sachgemäßer Anwendung dieser Reiniger Korrosionserscheinungen an Lötstellen nicht völlig auszuschließen sind. Dabei zeigen jedoch die getesteten Zahnspangenreiniger im Vergleich zu einem mitgetesteten Prothesenreiniger eine abnehmende Tendenz der besonders aggressiven Tiefenkorrosion (43).

Abschließend soll dargestellt werden, inwieweit andere Mittel als Alternativen zu den Zahnspangenreinigern empfohlen werden können. Hier bietet sich die für Prothesenreinigungsmittel vorgenommene Klassifizierung chemischer Reinigungspräparate an. Diese werden in fünf Gruppen eingeteilt (BUDTZ-JØRGENSEN (7)):

1. Alkalische Peroxidreiniger
2. Alkalische Hypochlorite
3. Verdünnte organische und anorganische Säuren
4. Enzyme
5. Desinfektionsmittel

Alkalische Peroxidreiniger sind die gebräuchlichsten Prothesenreiniger.
Im Gegensatz zu RABE et al. (44) ist ROSSIWALL (47) ebenso wie EHMER und FRANK (21) der Ansicht, daß diese säurefreien, peroxidischen Reiniger zur täglichen Pflege von herausnehmbaren KFO-Plattenapparaturen empfohlen werden können. Bedenken bezüglich korrosiver Aktivitäten an Kunststoff- oder Metallteilen werden in beiden Untersuchungen zurückgewiesen, ohne daß jedoch speziell auf die besonders empfindlichen Fügeverbindungen der Lötmetalle an KFO-Apparaturen eingegangen worden ist. Aus kieferorthopädischen Gründen kann auf Lötungen oft nicht verzichtet werden; sie stellen also keineswegs eine Ausnahmesituation dar.
Weiterhin haben Untersuchungen verschiedener Autoren ergeben, daß Peroxidreiniger schmutzlösend am effektivsten auf neuere Plaque und Verfärbungen wirken (EBERSBACH und BERGER (18));

jedoch sollte die Anwendung der Präparate für einige Stunden oder über Nacht erfolgen (BUDTZ-JØRGENSEN und KELSTRUP (10), EHMER und FRANK (21)). Reinigungszeiten von 15-30 min sind nicht effektiv genug (BLUMER und GUGGENHEIM (5), CONNOR et al. (14), HUTCHINS und PARKER (32)). Da ein Zahnspangenreiniger innerhalb von 15 min wirken sollte, können die herkömmlichen Prothesenreiniger auch von diesem Standpunkt aus nicht unbedingt empfohlen werden. Vergleichswerte für die Zahnspangenreiniger liegen allerdings zur Zeit noch nicht vor.
Die Prüfung der antimikrobiellen Wirksamkeit von Peroxidreinigern erbrachte, wie bereits dargestellt, sehr unterschiedliche Ergebnisse.
Eine Ausnahme könnte der von EGGENSPERGER und BRAUNER (19) zur Prothesendesinfektion in Labor und Praxis empfohlene alkalisch eingestellte Peroxidreiniger mit Perbenzoesäure als einem der Hauptwirkstoffe darstellen. Neben der hervorragenden desinfizierenden Wirkung - auch gegen Hepatitis B-Virus -, soll dieses Präparat auch eine selbsttätige Reinigung innerhalb von 15-30 min herbeiführen. Gegenüber Metallen und zahntechnischen Kunststoffen verhält es sich neutral (19), allerdings werden empfindliche Lötverbindungen nicht erwähnt. Toxikologisch bezeichnen EGGENSPERGER und BRAUNER das Präparat als praktisch unbedenklich. GRÜN (24) empfiehlt dieses Präparat ebenfalls zur Prothesendesinfektion. Eine Prüfung des Mittels auf Eignung zur täglichen Hygiene abnehmbarer KFO-Behandlungsgeräte wäre wünschenswert.

Reinigungspräparate vom Typ der alkalischen Hypochlorite haben laut BUDTZ-JØRGENSEN (7) gute mikrobizide und reinigende Eigenschaften; als nachteilig wird erwähnt, daß sie bei Metallteilen zu Korrosionserscheinungen führen und zahntechnische Kunststoffe bleichen. Nach BLUMER und GUGGENHEIM (5) können Hypochlorite auch Schleimhautreizungen verursachen. BUDTZ-JØRGENSEN und LANDT (11) weisen darauf hin, daß es fraglich ist, ob Hypochlorite bei routinemäßiger Langzeitanwendung aus biologischer Sicht akzeptabel sind.
Daraus folgt, daß Hypochlorite zur täglichen Pflege von KFO-Platten, an denen sich bekanntlich praktisch immer Metallteile

befinden, als nicht geeignet angesehen werden müssen.

Der Umgang mit verdünnten Säuren - nach ROSSIWALL (47) z.B. Essigsäure, 3%-ige rauchende Salzsäure - ist für Kinder zu gefährlich und daher indiskutabel. Solche Substanzen sind zwar antimikrobiell wirksam (31, 35) und haben eine sehr gute Reinigungskraft - laut BUDTZ-JØRGENSEN (7) wird sogar Zahnstein effektiv entfernt -, aber Säuren können Korrosionsschäden an Metallteilen verursachen. Allein dieser Nachteil würde eine tägliche Anwendung bei KFO-Behandlungsgeräten verbieten. Solche Mittel könnten nach Ansicht von ROSSIWALL allenfalls für eine gelegentliche Zahnsteinentfernung bei KFO-Behandlungsgeräten in Labor oder Praxis infrage kommen.

Enzymreiniger, die experimentell getestet worden sind, sollen mikrobizid wirken und gute Reinigungseigenschaften haben (7). 15-minütige Reinigungsperioden haben sich in Untersuchungen von BUDTZ-JØRGENSEN und KELSTRUP (10) bereits als signifikant plaquereduzierend erwiesen. BUDTZ-JØRGENSEN und LANDT (11) sind der Meinung, daß die Langzeitwirkung dieser Reinigungsflüssigkeiten jedoch noch nicht genau genug untersucht worden ist. Es bleibt daher abzuwarten, ob diese Substanzen tatsächlich auch für die tägliche KFO-Plattenhygiene eine Alternative darstellen.

Desinfektionsmittel werden im Handel nicht speziell als Prothesen- oder Zahnspangenreiniger angeboten, sollen aber an dieser Stelle doch erwähnt werden. Folgende Substanzen werden im Hinblick auf ihre Eignung als Mittel zur hygienischen Säuberung von KFO-Platten betrachtet:
Chlorhexidin, Chloramin, Präparate auf Alkohol-, Phenol- oder Aldehydbasis, Quartäre Ammoniumverbindungen und Amphotenside.

Chlorhexidin, ein Dibiguanid, bewirkt bei Prothesen eine Reduktion der Plaquemenge, wenn der Zahnersatz täglich einige Minuten in eine 2%-ige Chlorhexidinlösung getaucht wird (BUDTZ-JØRGENSEN und LÖHE (13)). Nach BERGSTRÖM und HOLMBERG (4) wird der Effekt von Chlorhexidin hauptsächlich als Resul-

tat der antibakteriellen Wirksamkeit angesehen, könnte aber auch mit seiner Affinität zu Hydroxylapatit und Muzinen zusammenhängen.
Chlorhexidin hat allerdings einige unangenehme Nebenwirkungen: BUDTZ-JØRGENSEN und LÖHE stellten fest, daß Chlorhexidin zu Verfärbungen der Mundgewebe wie auch zahnärztlicher Kunststoffe führt. Eine routinemäßige Anwendung ist daher nicht möglich (7). Dies hat auch für KFO-Platten Gültigkeit; denn Kinder würden ein verfärbtes Gerät mit Widerwillen tragen, so daß der Behandlungserfolg gefährdet wäre. Es wird auch mehrfach darauf hingewiesen, daß Chlorhexidin geschmacklich nicht neutral ist (4, 28). Außerdem wird es - wie BERGSTRÖM und HOLMBERG erwähnen - als leicht toxisch eingestuft. Allgemein unklar bleibt, ob die Langzeitanwendung aus biologischer Sicht akzeptabel ist.
Aus den genannten Gründen ergibt sich, daß dieses Mittel keine Alternative zu den Zahnspangenreinigern darstellt.

Chloramin ist eine Substanz, die schon 1929 von HEINEMANN (29) zur Prothesenpflege empfohlen wird. Nach Ansicht von HENNICKE (30) eignet sich Chloramin besonders zur Desinfektion tuberkulös infizierter Prothesen, wobei auch die reinigende Wirkung dieser Substanz als zufriedenstellend beurteilt und Indifferenz der empfohlenen Lösungen (bis zu 20%) gegenüber Polymethacrylaten und Polyamiden garantiert wird.
Aufgrund der toxischen Wirkung des Chlors kann Chloramin Schleimhautreizungen hervorrufen, wenn es nicht, wie WIGERT und SCHWOTZER (57) empfehlen, gut abgespült wird. Für Kinder, bei denen Fehlanwendungen nie auszuschließen sind, ist der Gebrauch dieser Substanz also nicht empfehlenswert, da sie im Umgang zu risikoreich ist.

Präparate auf Alkohol-, Phenol- oder Aldehydbasis werden primär zur allgemeinen Desinfektion benutzt. Was die reinigenden Eigenschaften angeht, so ist bei Phenol- bzw. Phenolderivaten und bei Aldehydpräparaten noch eine gewisse schmutzlösende Wirkung zu erwarten, bei Alkoholen wird dies kaum der Fall sein (17).

Außerdem sind diese Desinfektionsmittel nach Angaben von HORN et al. (31) alle mehr oder weniger toxisch. BUDTZ-JØRGENSEN (7) bezeichnet sie für die gelegentliche Desinfektion zahntechnischer Arbeiten in Labor oder Praxis als geeignet, jedoch nicht für den täglichen Gebrauch wegen des noch unzureichenden Wissens über dabei entstehende schädliche Nebenwirkungen. Nach KOLSTAD und PETIT (33) sollte jedes Mittel, das für Kinder toxisch sein kann, deren Zugriff ferngehalten werden.
Gefährlich ist der Umgang mit Alkohol auch durch seine leichte Entflammbarkeit (31). Ein weiterer Nachteil besteht in der Beeinflußbarkeit von seiten des Milieus: Alkohole haben einen hohen Eiweißfehler (31). Alkohole können zu Schädigungen zahntechnischer Kunststoffe führen (HENNICKE (30), WIGERT und SCHWOTZER (57)).
Bei Phenol bzw. Phenolderivaten stellt die lokal ätzende Wirkung ein Problem dar (31); außerdem wird ihnen unangenehmer Geruch und Geschmack nachgesagt (57).
Aldehyde fallen durch ihren stechenden Geruch auf und können Haut- und Schleimhautreizungen verursachen (31). Aufgrund der gegebenen Sensibilisierungsgefahr sollten sie nicht zur Körperdesinfektion benutzt werden (31). Da man damit rechnen muß, daß Spuren eines Desinfektionsmittels an der KFO-Platte haften bleiben könnten, ist der Schleimhautkontakt der Substanz nicht auszuschließen.
Aufgrund der genannten Fakten scheiden Präparate auf Alkohol-, Phenol- oder Aldehydbasis zur täglichen KFO-Plattenhygiene aus.

Quartäre Ammoniumverbindungen (Quats) gehören zu den Substanzen mit mikrobizider,-biostatischer Wirksamkeit; besonders bei neueren Typen ist die Empfindlichkeit grampositiver wie auch gramnegativer Mikroorganismen gegeben (31). Aber allgemein gilt, daß grampositive Bakterien bereits bei niedrigeren Konzentrationen abgetötet werden als gramnegative; Quats sind nicht wirksam gegen Mycobakterium tuberculosis.
Wenn auch das antimikrobielle Spektrum einige Lücken aufweist, so zeichnen sich Quats doch durch ihre bemerkenswerte Oberflächenaktivität aus; diese ermöglicht es, daß die Substanzen

auch in kleinste Poren behandelter Oberflächen gelangen, Mikroorganismen auf diese Weise erreichen und fortspülen können (31). Diese Eigenschaft ist ideal für zahntechnische Kunststoffe, die immer Mikroporositäten und Spaltbildungen aufweisen. Weiterhin sind Quats ungefährlich und wirtschaftlich; aufgrund ihrer geringen Toxizität werden sie zur Desinfektion in der Lebensmittelindustrie eingesetzt (31).
Nachteilig ist, daß Quats einen hohen Eiweißfehler aufweisen (31). In höheren Konzentrationen haben sie einen unangenehm strengen Geschmack, weshalb HENNICKE (30) diese Mittel zur Prothesendesinfektion nicht befürwortet.
Dennoch wäre, besonders unter Berücksichtigung laufender Neuentwicklungen, eine Prüfung dieser Substanzen unter dem Aspekt ihrer Eignung zur Reinigung und Desinfektion abnehmbarer KFO-Plattenapparaturen empfehlenswert.
Dies gilt in besonderer Weise auch für die Amphotenside, die noch vorteilhaftere Eigenschaften aufweisen als die Quats (31):
Ihr antimikrobielles Wirkungsspektrum ist breiter als das der Quats. Sie sind auch gegen Mykobakterien wirksam. Der geringere Eiweiß- und Seifenfehler macht sie den Quats auch in dieser Hinsicht überlegen.

Nachdem hier ein Überblick über die chemischen Reinigungsmöglichkeiten gegeben wurde, sollen nachfolgend die mechanischen Reinigungsmöglichkeiten von KFO-Behandlungsgeräten besprochen werden.

Die Bürstenreinigung ist, wie bereits anfangs erwähnt, unsicher. Durch die Entfernung bakterieller Beläge läßt solch eine Reinigung zwar eine Keimreduktion, keinesfalls aber eine Desinfektion erwarten.

Die Ultraschallbehandlung zusammen mit geeigneten Lösungen stellt nach Ansicht von STADELMANN (50) eine intensive und schonende Methode der Plaque- und Zahnsteinentfernung von KFO-Platten dar.
NICHOLSON et al. (40) ersetzten Reinigungslösungen durch Aqua

destillata ohne weitere Zusätze und konnten nach Beschallungen keine sichtbare Belagsreduktion auf Prothesen feststellen. Ebensowenig fanden MARX und SCHUGT (36) eine bakterizide Wirkung nach Beschallung von reinem Aqua destillata unter Verwendung handelsüblicher Geräte.
Doch nach Ergebnissen von GRÜN und ENGELHARD (25) erhöht Ultraschall in Kombination mit desinfizierenden Lösungen die Effektivität des Desinfektionsmittels. Desinfektionszeiten können verkürzt werden; theoretisch ein für die Kieferorthopädie wichtiger Aspekt.
Eine weitere Untersuchung machten BLUMER und GUGGENHEIM (5). Sie testeten selbsttätige Prothesenreinigungsmittel mit und ohne Ultraschallanwendung. Es zeigte sich, daß bei alleiniger Anwendung kein Reiniger innerhalb von 10 min eine genügende Belagsreduktion bewirkte, daß aber die Anwendung von Ultraschall bei allen Mitteln die Wirksamkeit erheblich erhöhte. Als Alternative zur manuellen Reinigung von Prothesen schlagen BLUMER und GUGGENHEIM daher die kombinierte Anwendung eines genügend starken Reinigungsmittels zusammen mit einem Ultraschallgerät vor.
Auch zur hygienischen Säuberung abnehmbarer KFO-Behandlungsgeräte wäre eine Kombination von Zahnspangenreinigern oder anderen geeigneten Lösungen und Ultraschallgerät denkbar. Bekanntlich ist eine KFO-Behandlung aber auf wenige Jahre begrenzt. Es stellt sich deshalb die Frage, ob der mit der Anschaffung eines Ultraschallgeräts verbundene finanzielle Aufwand unter diesen Umständen gerechtfertigt ist. STADELMANN sieht als Anwendungsbereich der Ultraschallbehandlung von KFO-Geräten in erster Linie die KFO-Praxis an.

Diese Betrachtungen zeigen, daß ein allen Ansprüchen gerecht werdendes Mittel zur täglichen routinemäßigen Reinigung und Desinfektion abnehmbarer KFO-Plattenapparaturen zur Zeit noch nicht verfügbar ist.
Weitere Entwicklungen auf diesem Gebiet erscheinen wünschenswert.

5. ZUSAMMENFASSUNG

Die vorliegende Arbeit befaßt sich mit Untersuchungen der antimikrobiellen Wirksamkeit zweier Zahnspangenreiniger, die zur Zeit auf dem Markt angeboten werden.

Eine Durchsicht der vorhandenen Literatur, die in einem Überblick vorgestellt wird, ergab, daß bisher nur relativ spärlich Publikationen zu dem obengenannten Thema erschienen sind. Es mußten deshalb Untersuchungen auf dem in vielen Punkten verwandten Gebiet der Prothesenhygiene mit herangezogen werden.

Im Hinblick auf den Vergleich mit Prothesenreinigern ergaben sich aber von Anfang an bei der Beurteilung auch Abweichungen. So wurde es notwendig, bereits im Einleitungskapitel eine Reihe von Forderungen zu nennen, die an ein Mittel zur täglichen Hygiene von abnehmbaren KFO-Plattenapparaturen gestellt werden müssen. Die Ermittlung einer geeigneten Methodik zur Prüfung der antimikrobiellen Aktivität von Zahnspangenreinigern brachte Probleme, die im Zusammenhang dargestellt werden.

In den eigenen Untersuchungen wurde die antimikrobielle Wirksamkeit der Zahnspangenreiniger nacheinander im Reihenverdünnungstest, nach der Plattendiffusionsmethode, nach der Plattendiffusionsmethode im Lochtest, erneut im Reihenverdünnungstest und im Test mit abnehmbaren KFO-Plattenapparaturen als Keimträger geprüft.
Untersucht wurde die antimikrobielle Aktivität gegenüber Staphylococcus aureus, Streptococcus faecalis, Escherichia coli, Klebsiella pneumoniae, Proteus mirabilis, Pseudomonas aeruginosa und Candida albicans; das Augenmerk lag besonders auf Streptococcus faecalis und Candida albicans.

Die Versuche zeigten, daß beide Zahnspangenreiniger eine gewisse antimikrobielle Aktivität besitzen, die jedoch weitere Entwicklungen wünschenswert und notwendig erscheinen lassen.

Bei der Besprechung der Ergebnisse wird versucht, den Wert

dieser Mittel für den täglichen Gebrauch abzuschätzen.

Kern der Schlußfolgerungen ist die Forderung einer standardisierten Prüfung in bezug auf antimikrobielle Wirksamkeit von Zahnspangenreinigern und Prothesenreinigungsmitteln. Es sollte eine Liste von effektiven und geeigneten Präparaten erstellt werden.
In dem Zusammenhang wird auch eine Analyse der Wirkstoffe in Zahnspangenreinigern empfohlen.
Abschließend werden andere Methoden in bezug auf ihre Eignung als Alternative zu den untersuchten Zahnspangenreinigern betrachtet.

LITERATURVERZEICHNIS

1. ALTMANN, M.D., K.G. YOST u. G. PITTS — A spectrofluorometric protein assay of plaque on dentures and of denture cleaning efficacy. J. Prosth. Dent. 42, 502-506 (1979)

2. ANTHONY, D.H. u. P. GIBBONS — Nature and behavior of denture cleansers. J. Prosth. Dent. 8, 796-810 (1958)

3. BERGER, U. u. K. HUMMEL — Einführung in die Mikrobiologie und Immunologie unter besonderer Berücksichtigung der Mundhöhle. Urban & Schwarzenberg, München, Berlin 1964, S. 67 ff

4. BERGSTRÖM, J. u. B. HOLMBERG — The effect of chlorhexidine emulsion on plaque. An intraindividual study of local application. Swed. Dent. J. 66, 461-465 (1973)

5. BLUMER, F. u. B. GUGGENHEIM — Plaquevermindernde Wirkung von Prothesenreinigungsmitteln. Schweiz. Mschr. Zahnheilk. 92, 105-118 (1982)

6. BUDTZ-JØRGENSEN, E. — The significance of Candida albicans in denture stomatitis. Scand. J. Dent. Res. 82, 151-190 (1974)

7. BUDTZ-JØRGENSEN, E. — Materials and methods for cleaning dentures. J. Prosth. Dent. 42, 619-623 (1979)

8. BUDTZ-JØRGENSEN, E. — Klinische und mikrobiologische Auswertung eines chemischen Eintauchreinigers bei Patienten mit Prothesenstomatitis. Quintess. Zahnärztl. Lit. 35, 1933-1940 (1984)

9. BUDTZ-JØRGENSEN, E. u. U. BERTRAM — Denture stomatitis. I. The etiology in relation to trauma and infection. Acta Odont. Scand. 28, 71-92 (1970)

10. BUDTZ-JØRGENSEN, E. u. J. KELSTRUP — Enzymes as denture cleansers. Scand. J. Dent. Res. 85, 209-215 (1977)

11. BUDTZ-JØRGENSEN, E. u. H. LANDT
Zur Ätiologie, Differentialdiagnose und Behandlung der Stomatitis prothetica.
Quintess. Zahnärztl. Lit. 30 (10), 145-152 und (11), 123-129 (1979)

12. BUDTZ-JØRGENSEN, E. u. H. LANDT
Klinischer Vergleich zwischen sechs Prothesenreinigungssystemen, davon vier vom Eintauchtyp.
Quintess. Zahnärztl. Lit. 35, 113-122 (1984)

13. BUDTZ-JØRGENSEN, E. u. H. LÖHE
Chlorhexidine as a denture desinfectant in the treatment of denture stomatitis.
Scand. J. Dent. Res. 80, 457-464 (1972)

14. CONNOR, J.N.E., C.M. SCHOENFELD u. R.L. TAYLOR
An evaluation of an enzyme denture cleanser.
J. Prosth. Dent. 37, 147-157 (1977)

15. DAVENPORT, J.C.
The denture surface.
Br. Dent. J., 133, 101-105 (1972)

16. DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR HYGIENE UND MIKROBIOLOGIE (DGHM)
Richtlinien für die Prüfung und Bewertung chemischer Desinfektionsverfahren. Erster Teilabschnitt (Stand 1.1.1981).
G. Fischer, Stuttgart, New York 1981

17. DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR HYGIENE UND MIKROBIOLOGIE (DGHM)
VI. Liste der nach den "Richtlinien für die Prüfung chemischer Desinfektionsmittel" geprüften und von der Deutschen Gesellschaft für Hygiene und Mikrobiologie als wirksam befundenen Desinfektionsverfahren.
Stand: 31.7.1981.
mhp, Mainz 1982

18. EBERSBACH, W. u. M. BERGER
Experimentelle und klinische Prüfung von Reinigungsmitteln für stomatologische Zwecke unter besonderer Berücksichtigung von Eladent-Prothesenreiniger.
Stomat. DDR 25, 599-606 (1975)

19. EGGENSPERGER, H. u. P. BRAUNER
Die Desinfektion von Zahnersatz.
Zahnärztl. Welt 91, 45-48 (1982)

20. EHMER, D., G. BRADLER u. U. WINKLER
Vergleichende klinische und experimentelle Untersuchungen verschiedener Prothesenreinigungsmittel. 2. Mitteilung: Prüfung der antimikrobiellen Wirksamkeit.
Stomat. DDR 26, 510-516 (1976)

21. EHMER, D. u. U. FRANK
Vergleichende klinische und experimentelle Untersuchungen verschiedener Prothesenreinigungsmittel. 1. Mitteilung: Prüfung der mechanischen Reinigungskraft und des Verhaltens gegenüber Prothesenwerkstoffen.
Stomat. DDR 25, 657-661 (1975)

22. ENGELHARDT, J.P. u. L. GRÜN
Qualitative und quantitative Untersuchungen zur Frage einer Prothesendesinfektion.
Dtsch. Zahnärztl. Zschr. 31, 620-626 (1976)

23. GRÜN, L.
Probleme der Desinfektion im zahnärztlichen Bereich.
Dtsch. Zahnärztl. Zschr. 22, 1169-1174 (1967)

24. GRÜN, L.
Hygiene in der zahnärztlichen Praxis unter besonderer Berücksichtigung des mit Viren und Bakterien kontaminierten Zahnersatzes.
Dtsch. Zahnärztl. Zschr. 35, 881-885 (1980)

25. GRÜN, L. u. J.P. ENGELHARDT
Die Effektivität von Ultraschall bei der Prothesendesinfektion.
Dtsch. Zahnärztl. Zschr. 31, 627-630 (1976)

26. GRÜN, L. u. J.P. ENGELHARDT
Versuche zur Standardisierung: Die Prüfung chemischer Mittel zur Prothesen-Desinfektion.
Dent. Labor (Münch.) 28, 221-227 (1980)

27. GRÜN, L. u. K.-H. KONIETZKO
Zur Frage der Desinfektion von herausnehmbarem Zahnersatz mittels selbsttätiger Prothesenreinigungsmittel.
Dtsch. Zahnärztl. Zschr. 31, 160 (1976)

28. HEFTI, A.
Die Wahl der Desinfektionsmittel für die Mundhöhle.
Schweiz. Mschr. Zahnheilk. 94, 985-991 (1984)

29. HEINEMANN, O.
Zur Pflege des Zahnersatzes mit Chloramin (Heyden).
Dtsch. Zahnärztl. Wschr. 14, 77 (1929)

32. HENNICKE, A. — Die Reinigung und Desinfektion von Prothesen. Dtsch. Stomat. 8, 690-694 (1958)

33. HORN, H., M. PŘÍVORA, W. WEUFFEN — Handbuch der Sterilisation und Desinfektion, Band I, Grundlagen der Desinfektion. VEB Volk und Gesundheit, Berlin 1972

34. HUTCHINS, D.W. u. W.A. PARKER — A clinical evaluation of the ability of denture cleaning solutions to remove dental plaque from prosthetic devices. NY. St. Dent. J. 39, 363-367 (1973)

35. KOLSTAD, R. u. H. PETIT — A safe, effective germicide-deodorizer for removable appliances. J. Clin. Orthodont. 17, 56-57 (1983)

36. LYNN, V. — Desinfektion in Klinik und Praxis. Deutscher Ärztekalender, Urban & Schwarzenberg, München, Wien, Baltimore 1981, S. 342

37. LYNN, L. — Reinigung abnehmbarer kieferorthopädischer Behandlungsgeräte. Fortschr. Kieferorthop. 25, 150-152 (1964)

38. MARX, H. u. G.E. SCHUGT — Untersuchungen der keimabtötenden Wirkung dentaler Ultraschall-Reinigungsgeräte. Dtsch. Zahnärztl. Zschr. 25, 285-290 (1970)

39. MAYR, A. H. MAHNEL u. L. GRÜN — Untersuchungen zur Desinfektion viruskontaminierter Zahnprothesen. Hyg. + Med. 5, 499-506 (1980)

40. MIETKE, R.-S. — Persönliche Mitteilung (Berlin, 4.6.1985).

41. MOORE, T.C., D.E. SMITH u. G.E. KENNY — Sanitization of dentures by several denture hygiene methods. J. Prosth. Dent. 52, 158-163 (1984)

42. NICHOLSON, R.J., [illegible] — Calculus and stain removal from acrylic resin dentures. J. Prosth. Dent. 20, 326-329 (1968)

43. [illegible] — The influence of denture hygiene and the bacterial flora on the condition of the oral mucosa in full denture cases. Acta Odont. Scand. 11, 24-60 (1953)

42. PILAR, K. — Untersuchungen über zwei Prothesenreinigungsmittel. Med. Diss., Mainz 1971

43. RABE, H. — Persönliche Mitteilung (Berlin, 12.6.1985)

44. RABE, H., R.-R. MIETHKE u. H. NEWESELY — Gefüge und Festigkeit von Silberloten für die Kieferorthopädie nach Behandlung mit handelsüblichen Zahnspangenreinigern. Dtsch. Zahnärztl. Zschr. (im Druck)

45. RATEITSCHAK, K.H., H.H. RENGGLI u. H.R. MÜHLEMANN — Parodontologie. G. Thieme, Stuttgart 1978, S. 23 ff

46. REITHER, W. — Die Prothesenstomatopathie - ein polyätiologisches Krankheitsbild. Dtsch. Zahnärztl. Zschr. 23, 851-861 (1968)

47. ROSSIWALL, B. — Können auch säurefreie Reinigungsmittel Korrosion an kieferorthopädischen Dehnschrauben bedingen? Quintess. Zahnärztl. Lit. 24 (7), 75-78 (1973)

48. SCHMIDT, St. — Klinische und experimentelle Untersuchungen über Prothesenreinigungsmittel. Med. Diss., Bonn 1971

49. SPRANGER, H. — Bakteriologische Untersuchungen von herausnehmbaren Schienen und Zahnersatz. Dtsch. Zahnärztl. Zschr. 30, 154-156 (1975)

50. STADELMANN, W. — Ultraschall-Reinigung in der Kieferorthopädie. Quintess. Zahnärztl. Lit. 23 (9), 109-112 (1972)

51. TEST (Magazin) — Reinigungsmittel für Zahnersatz. Zuviel Weiß ist unerwünscht. 16 (10), 46-47 (1981)

52. THEILADE, J. u. H.E. SCHROEDER — Recent results in dental calculus research. Int. Dent. J. 16, 205-221 (1966)

53. THIEL, v.H. — Prothesenhygiene. Deutscher Zahnärztekalender, C. Hanser, München 1961, S. 112-129

54. WALKER, D.M., G.D. STAFFORD, R. HUGGETT u. R.G. NEWCOMBE
The treatment of denture-induced stomatitis.
Br. Dent. J. 151, 416-419 (1981)

55. WALLHÄUSER, K.H. u. H. SCHMIDT
Sterilisation - Desinfektion - Konservierung - Chemotherapie. Verfahren - Wirkstoffe - Prüfungsmethoden.
G. Thieme, Stuttgart 1967, S. 405

56. WIEDEMANN, I.
Untersuchungen zur Häufigkeit entzündlicher Gaumenschleimhautveränderungen und zur Candida albicans-Besiedelung unter kieferorthopädischen Platten.
Med. Diss., Berlin 1978

57. WIGERT, H. u. H. SCHWOTZER
Zur Desinfektion von Zahnprothesen.
Zahntechnik (Berl.) 12, 305-310 (1971)

Herrn Prof. Dr. Volker Lenk danke ich sehr herzlich für die Überlassung des Themas und für die freundliche Unterstützung bei der Abfassung dieser Arbeit. Seine stete Hilfsbereitschaft war mir ein großer Rückhalt. Besonderer Dank gilt Herrn Prof. Dr. Rainer-Reginald Miethke für die Anregung zu dieser Untersuchung. Weiterhin danke ich Frau Lisbeth Bulian, die mir bei der Durchführung der mikrobiologischen Versuche behilflich war sowie Frau Erika Brandt für ihre koordinativen Bemühungen im allgemeinen Laborbetrieb.

Lebenslauf

26.6.1958	geboren in Wolfsburg als Tochter des Industriekaufmanns Guido Magwitz und der Redakteurin Dr. Erika Magwitz, geb. Stahl
1964-1967	Eichelkampschule in Wolfsburg, Grundschule
1967-1976	Heinrich-Nordhoff-Gymnasium in Wolfsburg
4.5.1976	Abitur
1976-1982	Studium der Zahnheilkunde an der Freien Universität Berlin
29.8.1977	naturwissenschaftliche Vorprüfung
24.4.1979	zahnärztliche Vorprüfung
27.10.1982	Staatsexamen und Approbation
seit 1.10.1983	wissenschaftliche Mitarbeiterin in der Abteilung für Kieferorthopädie und Kinderzahnheilkunde an den Polikliniken Nord des Fachbereiches Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde der Freien Universität Berlin

Papyrus-Druck GmbH Berlin ☎ 3416451
Dissertationen